

| | |
|--------------|---|
| Title | 脊髄腫瘍のMRI-横断像の有用性について- |
| Author(s) | 橋本, 博美; 竹本, 和正; 福田, 照男 他 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1987, 47(1), p. 18-26 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/17176 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

脊髄腫瘍のMRI—横断像の有用性について—

大阪市立大学放射線医学教室

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

同 脳神経外科学教室

白 馬 明

馬場記念病院

馬 場 満

（昭和61年7月14日受付）

（昭和61年8月27日最終原稿受付）

MRI of Intraspinal Tumors

—Usefulness of the Transaxial Images—

Hiromi Hashimoto, Kazumasa Takemoto, Teruo Fukuda, Yuichi Inoue,
Miyuki Shakudo, Yutaka Nemoto, Yasumasa Matumura
and Yasuto Onoyama

Department of Radiology, Osaka City University Medical School

Akira Hakuba

Department of Neurosurgery, Osaka City University Medical School

Mituru Baba

Baba Memorial Hospital

Research Code No. : 503.9

Key Words : MRI, Spine, Neoplasma, Extradural sign

Magnetic resonance (MR) images of 24 patients with intraspinal tumors were reviewed. This study included 8 intramedullary tumors, 11 intradural extramedullary tumors, and 5 extradural tumors. In all cases sagittal spin echo (SE) images with an echo time (TE) of 40 msec and a repetition time (TR) of 600 msec and transaxial SE images with a TE of 40 msec and a TR of 1000 msec were obtained using a 0.5 T MR scanner. Coronal SE images were obtained in 11 of 24 cases.

In all intraspinal tumors except for a case of seeding into the subarachnoid space from an intracranial glioblastoma, differentiation of intramedullary tumors from extramedullary ones and intradural extramedullary tumors from extradural ones was able to be made on MR images.

The extradural sign, which was demonstrated as a low intensity band between the tumor and the cord, was of diagnostic value in distinguishing intradural tumors from extradural ones.

This extradural sign was more frequently shown on the transaxial images than sagittal and coronal images.

MR imaging shows the location of intraspinal tumors without an invasive technique. Particularly the transaxial images always provide good delineation of both intraspinal tumors and the spinal cord. Therefore, the transaxial SE images should be routinely obtained in the evaluation of intraspinal tumors by MR imaging.

1. はじめに

磁気共鳴画像診断法 (Magnetic Resonance Imaging, MRI) は脊髄、脊椎管疾患の検索に有用で、すでに数多くの報告がみられる^{1)~8)}。脊髄腫瘍に関する MRI の報告も散見される^{9)~12)}が、脊髄腫瘍の髄内外、硬膜内外の鑑別について詳細に検討した報告はみられず、わずかに髄内腫瘍と髄外腫瘍の鑑別に MRI は有用である⁹⁾¹⁰⁾と簡単にのべられているにすぎない。硬膜内髄外腫瘍と硬膜外腫瘍の鑑別が MRI で可能であることは著者らが報告している¹³⁾のみである。

すなわち硬膜外腫瘍では、腫瘍と脊髄の間に帯状の無信号に近い低信号領域 (low intensity band) が存在し、硬膜内髄外腫瘍では腫瘍と脊髄の間にこの低信号領域が認められないことから、この低信号領域を extradural sign と命名し、MRI 上 extradural sign がみとめられれば腫瘍は硬膜外に存在すると診断しえることを報告した¹³⁾。

今回、我々は脊髄腫瘍が髄内か髄外か、また髄外であればこの extradural sign に基づいて硬膜内外の鑑別が MRI でどの程度正確に判定できるかを検討し、合わせて横断像の有用性についても検討したので報告する。

2. 対象と方法

対象は、昭和60年2月から昭和61年5月の間に MR 検査を施行した脊髄腫瘍24例である。男性13例、女性11例、年齢は11歳から74歳である。脊髄腫瘍の内訳は髄内腫瘍8例 (星細胞腫4例、上衣腫3例、血管内皮腫1例)、硬膜内髄外腫瘍11例 (神経鞘腫5例、神経線維腫3例、髄膜腫2例、転移性腫瘍1例)、硬膜外腫瘍5例 (神経鞘腫3例、髄膜腫1例、転移性腫瘍1例) である。硬膜内髄外の転移性腫瘍は頭蓋内多形性膠芽腫からの播種、硬膜外のは腎癌からの転移であった。全例とも手術又は生検にて組織学的診断が確認されている。

使用機種は、東レ富士ビッカーインターナショ



A



B

Fig. 1 Extradural sign

A. Extradural meningioma SE 1000/40

B. Intradural extramedullary neurinoma SE 1000/40

The dorsal tumor (→) displaces the spinal cord (▶) anteriorly. The extradural sign is clearly demonstrated as a low intensity band between the tumor and the spinal cord (A). A low intensity tumor (→) is located laterally adjacent to the spinal cord (▶). There is no extradural sign between the tumor and the spinal cord (B).

ナル社製0.5テスラ超電導MR-CT装置で、受信コイルは体部用(530×320×667mm)コイルを用い、スキャン回数256回、加算平均2回、スライス厚約10mmである。撮像方法は原則として繰り返し時間(TR)600ms、エコー時間(TE)40msのスピノエコー(SE)法(以下SE 600/40のように表示する)矢状断像、SE 2000/120 矢状断像、SE 1000/40 横断像、及びTR2100ms、反転時間(TI)600msの反転回復(IR)法(IR 2100/600)矢状断像で、症例によっては冠状断像も得た。

得られたMRIより、

1) 腫瘍の存在部位、即ち、髄内か髄外か、硬膜外か硬膜内かが、どの程度まで診断できるか

2) 横断像の有用性について検討した。

腫瘍が髄内か髄外か、硬膜内か硬膜外かの診断は以下の判定基準に基づいた。MRI上、まず脊髄の腫大の有無について検討し脊髄の腫大を認めるものを髄内腫瘍、腫大を認めないものを髄外腫瘍とした。次いで、髄外腫瘍について腫瘍と脊髄の間のlow intensity band即ちextradural signの有無について検討し、extradural signが認められなければ硬膜内髄外腫瘍、認められれば硬膜外腫瘍と判定した(Fig. 1)。但し、extradural signが認められなくても閉塞された脳脊髄液の形態がなめらかなtaperingを示すもの、すなわちShapiro¹⁴⁾のいう“cap” defectを示さないものについては硬膜外腫瘍と判定した。

尚、脊髄の腫大は矢状断像又は冠状断像のみならず必ず横断像をも加えて判定した。横断像の有用性の検討にはMRI上髄内腫瘍と誤診し、手術

でも脊髄の腫大として認められた頭蓋内多形性膠芽腫からの脊髄播種の1例を除く23例で検討した。

3. 結 果

1) 部位診断(腫瘍の髄内外、硬膜内外の鑑別)

MRI上での部位診断と手術所見の対比をTable 1に示す。脊髄腫瘍24例中、MRI上脊髄の腫大としてみとめられたのは9例で、これら9例を髄内腫瘍、残る15例を髄外腫瘍と判定した。髄外腫瘍と判定した15例中、extradural signが認め

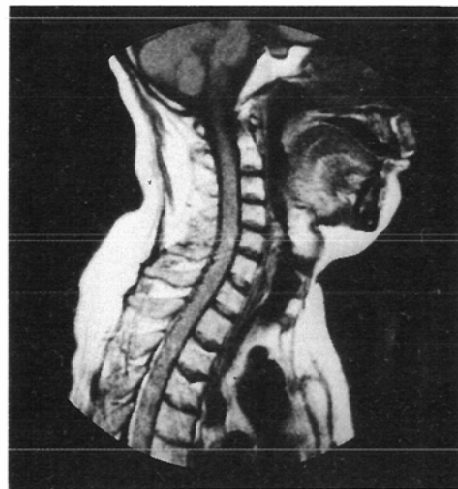


Fig. 2 Extradural tumor (metastatic tumor from intracranial glioblastoma)
SE 600/40 sagittal image
Sagittal SE image shows the enlargement of cervical and upper thoracic spinal cord. This finding indicates an intramedullary tumor. But the tumor was proven to be seeding into the surface of the cord from the intracranial glioblastoma by operation.

Table 1 Location of Tumors

| MRI Diagnosis Operative Finding | Intramedullary | Intradural Extramedullary | Extradural | Total |
|------------------------------------|----------------|------------------------------|------------|-------|
| Intramedullary | 8 | 0 | 0 | 8 |
| Intradural Extramedullary | 1 | 10 | 0 | 11 |
| Extradural | 0 | 0 | 5 | 5 |
| Total | 9 | 10 | 5 | 24 |

Intramedullary : cord swelling

Intradural Extramedullary : extradural sign- and "cap" defect+

Extradural : extradural sign+ and/or "cap" defect-

られなかったのは11例であった。この11例中1例は脳脊髄液の形態から硬膜外腫瘍と判定し、他の10例は硬膜内髄外腫瘍と判定した。extradural signが認められたのは4例で、前述した1例を加え5例を硬膜外腫瘍と判定した。

MRI上、髄内腫瘍と診断した9例中、8例は手術にて髄内腫瘍が確認された。残る1例は頭蓋内多形性膠芽腫のクモ膜下腔への播種で髄外腫瘍であった(Fig. 2)。MRI上硬膜内髄外腫瘍と診断した10例、硬膜外腫瘍とした5例は、全例正診であった。すなわち、正しく部位診断されたのは24例中23例(95.8%)であった。

2) 横断像の有用性

各断面での成績を Table 2, Table 3 に示す。矢状断像, 横断像は全例に, 冠状断像は11例に施行された。

髄外腫瘍15例中12例は脊髄の左右に, 3例は脊髄の前後に存在していた。

矢状断像で髄内外の鑑別が可能であったのは23例中11例のみであった。すなわち髄内腫瘍8例と腫瘍が脊髄の前後に存在していた髄外腫瘍の3例は矢状断像で正しく判定されたが, 腫瘍が脊髄の



Fig. 3 Intramedullary tumor (ependymoma)
SE 600/40 sagittal image

Sagittal SE image demonstrates the enlargement of the spinal cord from C2 to C7. Low signal intensity of cystic cavity is seen at the C2 level (→). The cavity proved to be a small syrinx associated with a tumor by surgical exploration.

左右に存在していた12例の髄外腫瘍では, 腫瘍部分が脊髄腫大と判定されたため髄内腫瘍と鑑別できなかった(Fig. 4A)。一方横断像では23例の脊髄腫瘍全例で腫大した脊髄又は腫瘍とそれにより偏位した脊髄を明瞭に描出でき髄内外の判定が可能であった(Fig. 4B)。

髄外腫瘍15例中, 矢状断像で硬膜内外の鑑別が可能であったのは3例のみであった。これら3例は腫瘍が脊髄の前後に存在していたので, 矢状断像で腫瘍, 偏位した脊髄, 脳脊髄液腔がそれぞれ

Table 2 Differentiation between intramedullary and extramedullary masses on each plane

| | Sagittal | | Coronal | Transaxial |
|----------------|----------|-------|---------|------------|
| Intramedullary | 8 | 8/8 | 1/1 | 8/8 |
| Extramedullary | 15 | 3/15 | 9/10 | 15/15 |
| Total | 23 | 11/23 | 10/11 | 23/23 |

(Number of correct diagnosis/number of cases)

Table 3 Differentiation between intradural extramedullary and extradural masses on each plane

| Location (to the spinal cord) | | | Sagittal | Coronal | Transaxial |
|-------------------------------|----|------|----------|---------|------------|
| Lateral | 12 | 0/12 | 5/10 | 11/12 | |
| Intradural Extramedullary | 9 | 0/9 | 3/7 | 9/9 | |
| Extradural | 3 | 0/3 | 2/3 | 2/3 | |
| Anterior or posterior | 3 | 3/3 | — | 3/3 | |
| Intradural Extramedullary | 1 | 1/1 | — | 1/1 | |
| Extradural | 2 | 2/2 | — | 2/2 | |
| Total | 15 | 3/15 | 5/10 | 14/15 | |

(Number of correct diagnosis/number of cases)

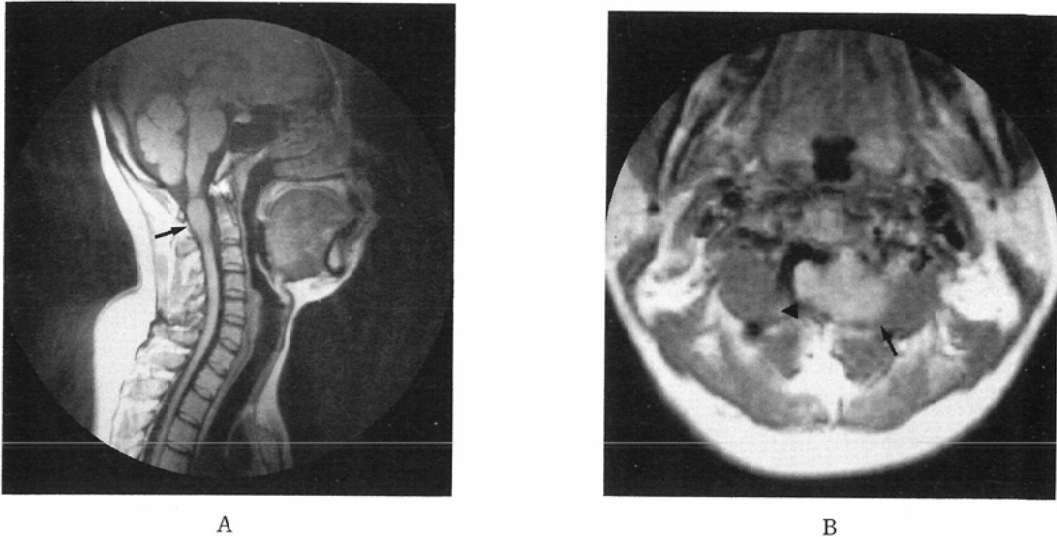


Fig. 4 Intradural extramedullary neurinoma

A. SE 600/40 sagittal image

B. SE 1000/40 transaxial image

An enlargement of the cervical spinal cord is visualized at C2-C3 level on the sagittal image (→) (A). The displaced spinal cord (▶) and the laterally-lying tumor (→) are clearly shown on the transaxial image. An extradural sign is not present (B). Without having a transaxial image, it is difficult to evaluate the exact location of a spinal tumor.

明瞭に描出され、矢状断像から硬膜内外の鑑別が可能であった (Fig. 5A, Fig. 6A). 腫瘍が脊髄の左右に存在していた12例では前述したように矢状断像では髄内腫瘍との鑑別さえも困難であった (Fig. 4A). 腫瘍が脊髄の左右に存在していた12例中10例では冠状断が施行された。これら10例のうち腫瘍と脊髄とを同一断層面でとらえられたのは5例にすぎず、これらの5例では冠状断像から硬膜内か硬膜外かの鑑別は可能であったが、残る5例では硬膜内か硬膜外かの判定は不可能であった。すなわち10例中5例の髄外腫瘍では矢状断、冠状断の両方が施行されたにもかかわらず硬膜内か硬膜外かの判定は困難であった。

髄外腫瘍15例中14例では横断像で extradural sign の有無を判定することにより、硬膜内か、硬膜外かの鑑別が可能であった (Fig. 5B, Fig. 6B, 6C). 特に前述した矢状断像、冠状断像の両方を施行しても硬膜内外の鑑別が困難であった5例においては、横断像で extradural sign の有無を判定

することにより硬膜内外の鑑別が可能で、横断像が部位診断の決め手となった。

4. 考 案

脊髄腫瘍は病理学的には、脳腫瘍と同様で、その頻度は脳腫瘍の約1/6である。腫瘍の発生する部位により髄内腫瘍、硬膜内髄外腫瘍、硬膜外腫瘍と分類され、その頻度は成人では、各々7~22%、53~65%、28~30%と言われている。髄内腫瘍は膠腫が主であり、そのうち、上衣腫が最も多く、次いで星細胞腫である。硬膜内髄外腫瘍では髄膜腫や神経鞘腫などの良性腫瘍が多く、硬膜外腫瘍は転移性腫瘍が最も多い¹⁴⁾。

これら脊髄腫瘍の画像診断には、脊椎単純撮影、断層撮影、CT、脊髄動脈造影、ミエログラフィー、CTメトリザマイドミエログラフィー等の検査が用いられている。CTは骨変化のみならず、腫瘍内の石灰化も明瞭に描出できる¹⁵⁾¹⁶⁾。造影CTでは星細胞腫、上衣腫、神経鞘腫、髄膜腫等の腫瘍は造影効果を受けることがあり、腫瘍の進展範囲は

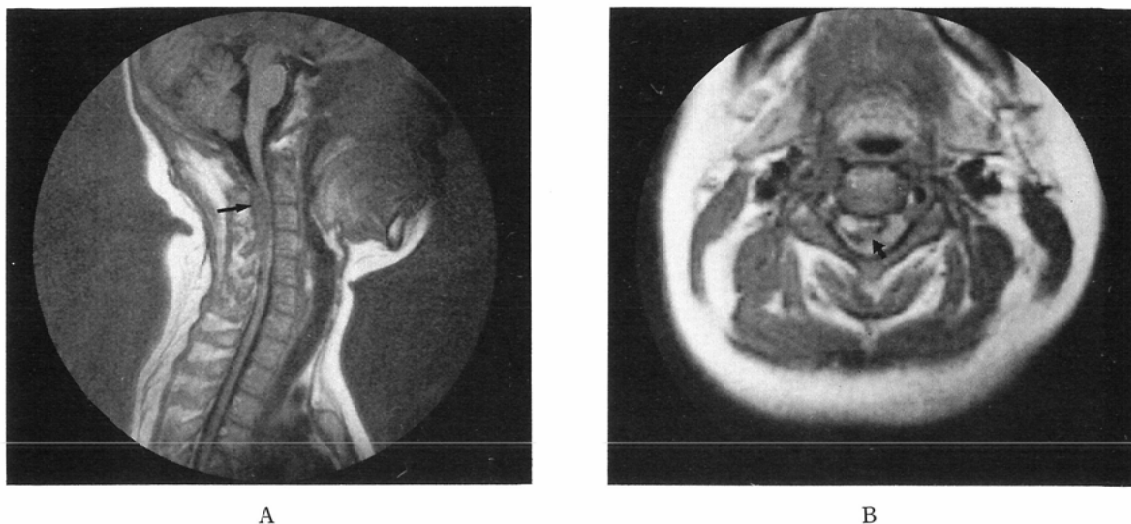


Fig. 5 Extradural meningioma

A. IR 2100/600 sagittal image

B. SE 1000/40 transaxial image

Sagittal IR image demonstrates that the spinal cord is displaced anteriorly by a dorsally placed tumor at C2-C6 level (→). The smoothly tapered subarachnoid space indicates that the tumor is an extradural one (A). The transaxial image clearly shows the discontinued low intensity band which is suggestive of the invasion of the tumor into the dura (→)(B). Surgery confirmed that a part of the tumor invaded the dura and extended into the dorsal subdural space.

明瞭に描出され、腫瘍の実質性部分と嚢胞性部分が区別される^{15)~17)}。しかし腫瘍による骨変化や、腫瘍内石灰化、造影剤による増強効果が認められない場合は、これらの検査法では脊髄腫瘍を診断することは困難¹⁶⁾で、明らかに限界がみられる。脊髄動脈造影は正常血管の偏位や形状の変化、異常血管の有無、腫瘍の vascularity 等の判定が可能で、特に血管芽腫¹⁶⁾¹⁸⁾¹⁹⁾の診断や dumbbell shape に脊椎管外に発育している神経鞘腫¹⁹⁾の進展範囲の診断には有用であるが、実際のところ脊髄腫瘍においては血管造影の診断的価値はあまり高いものとはいえない。腫瘍の存在診断、腫瘍と脊髄との位置関係を把握するには、ミエログラフィーが最も診断的価値の高い検査である。ミエログラフィーでは脊髄腫大の判定は可能であるが、腫大の原因については判定困難で、髄内腫瘍と脊髄空洞症を鑑別することは困難である。また脳脊髄液腔が完全閉塞を示す場合、上行性又は下行性ミエログラフィーを追加しないかぎり病変の進展範囲

を診断できないという欠点がある¹⁴⁾。ミエログラフィー後施行されることの多いCTメトリザイドミエログラフィーは、横断面で腫瘍と脊髄の位置関係を把握でき、脊髄腫瘍の硬膜内外、髄内外の鑑別が容易にできる¹⁵⁾。その上、CTミエログラフィーを経時的に観察すると、脊髄空洞症が存在すれば、空洞部に造影剤の流入を認め、髄内腫瘍と鑑別できることが多い。しかし、これらの検査法はクモ膜下腔に造影剤を注入するという侵襲的な検査法で、時としては危険である。

MRIは、造影剤を使わず非侵襲的に直接、脊髄、脳脊髄液、硬膜外構造物等を描出でき、矢状断像、冠状断像、横断像が容易に得られる等、脊髄、脊椎管疾患の検索に適している^{1)~8)}。MRIによる脊髄腫瘍診断に関する報告も散見される^{9)~12)}が、腫瘍が髄内か髄外か髄外であれば硬膜内か硬膜外かの部位診断について詳細に検討した報告はみられず、脊髄の腫瘍、偏位の有無により髄内腫瘍か髄外腫瘍かの鑑別にMRIは役立つ⁹⁾¹⁰⁾と簡単に記

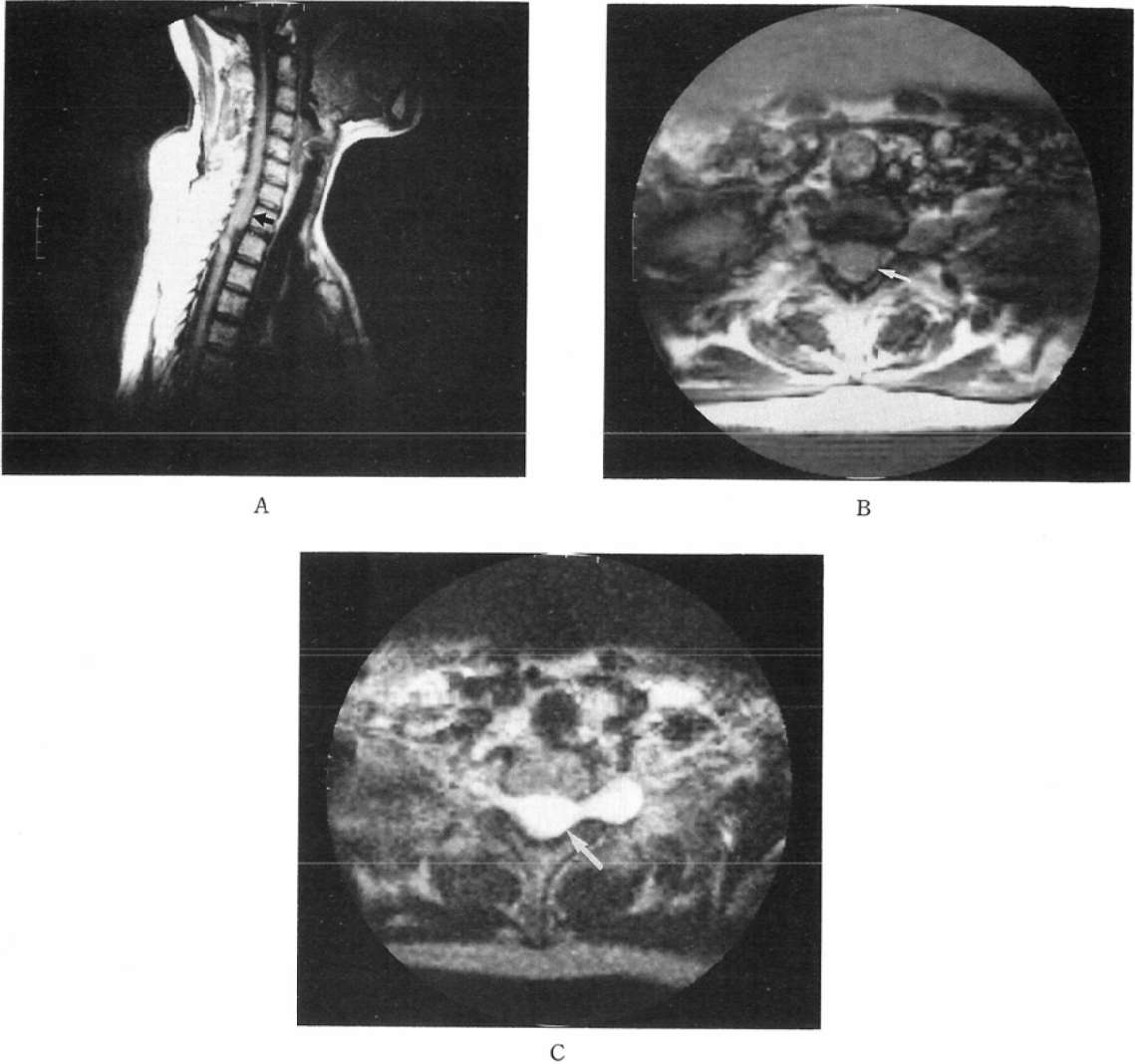


Fig. 6 Dumbbell-shaped intra- and extradural neurinoma

A. SE 600/40 sagittal image

B. SE 1000/40 transaxial image

C. SE 2000/120 transaxial image

The spinal cord is displaced dorsally by a tumor (→). The sagittal SE image demonstrates a "cap" defect (A). The tumor is demonstrated as a dumbbell shape and the extradural sign is not visible on the transaxial image (B). The tumor is slightly hypointense on the SE 1000/40 (B) and hyperintense on the SE 2000/120 image (C).

載されたものだけである。脊髄腫瘍診断における矢状断像の有用性はすでに明らかである。脊髄腫瘍は明瞭に描出されるだけでなく、空洞が存在するかどうかとも判定できる (Fig. 3)。Scottiらは8例の硬膜内髄外腫瘍のMRIを検討し、矢状断像

と冠状断像のみで部位や進展範囲が正確に把握でき、横断像は全く無意味であると述べている¹⁾。冠状断像も有用であるとの報告もあるが²⁾、生理的彎曲のため、冠状断像は時間の無駄であるとする報告もある³⁾。著者らは、以前に髄外腫瘍につい

て、その硬膜内外の鑑別に、extradural sign が有用であり、それが横断像で高頻度に認められることを報告した¹³⁾。今回、24例の脊髓腫瘍について、MRI で病変が髄内外あるいは硬膜内外のいずれに存在するかをどの程度正しく診断可能であるかを検討したところ24例中23例でその診断が可能であった。誤診をした1例はMRI 上矢状断像でも横断像でも髄内の腫大として認められ手術所見でも髄内の腫大として存在し、retrospective にみても診断困難な例であった (Fig. 2)。播種の可能性のある脳悪性腫瘍が存在する場合は、十分この可能性を考えて診断すべきと思われる。

上記の播種の1例を除く23例で横断像の有用性を検討したところ、矢状断像は23例に施行し髄内腫瘍の8例はすべて正しく診断し得た。髄外腫瘍は15例中12例は髄内の腫大として認められ、横断像を施行していない時は髄内腫瘍と誤診していたかもしれない (Fig. 4)。従って矢状断像のみでは完全な検査法とは言えない。冠状断像は11例に施行し髄内腫瘍1例は正しく診断できた。髄外腫瘍10例中9例で髄外腫瘍と診断し得たが硬膜内外の鑑別はわずか5例で可能であった。即ち腫瘍と髄内とを同一断面でとらえた十分な冠状断像が得られれば有用であるが、生理的彎曲があるために常に望ましい冠状断像が得られるとは限らない。横断像は23例に施行し、髄内外の鑑別は23例全例正しく診断でき、さらに髄外腫瘍では硬膜内外の鑑別は既に我々が報告しているように硬膜外腫瘍では腫瘍によって偏位された硬膜そのものを描出するいわゆる extradural sign の有無から15例中14例で可能であった。

以上のことよりたとえ矢状断像で異常は認められない時でも、神経学的あるいは他の画像診断で特定の部位に異常が疑われる場合はその部を中心に multislice で横断像をとるべきであると考えらる。

5. 結 語

1) 脊髓腫瘍24例のMRI を検討し、以下の結論を得た。

2) MRI により脊髓腫瘍の1例を除く全例で正確な部位診断が可能であった。特に横断像での

extradural sign は硬膜内外の鑑別に有用であった。

3) 横断像は常に腫瘍と髄内との関係を明瞭に描出できるので脊髓腫瘍のMR 検査時には是非横断像も施行すべきと考える。

追補：MR 像で脂肪組織は frequency encoding gradient の方向にシフト (化学シフト) するため脂肪組織とそれに接する他組織との間に low intensity band が出現する。このため脊椎管内脂肪腫については我々の言う extradural sign は該当しない。

文 献

- 1) DeLaPaz, R.L., Brady, T.J., Buonanno, F.S., New, P.F.J., Kistler, J.P., McGinnis, B.D., Pykett, I.L. and Taveras, J.M.: Nuclear magnetic resonance (NMR) imaging of Arnold-chiari type I malformation with hydromyelia. *J Comput Assist Tomogr*, 7: 126-129, 1983
- 2) Modic, M.T., Weinstein, M.A., Pavlicek, W., Starnes, D.L., Duchesneau, P.M., Boumpfrey, F. and Hardy, R.J., Jr: Nuclear magnetic resonance imaging of the spine. *Radiology*, 148: 757-762, 1983
- 3) Han, J.S., Kaufman, B., ElYousef, S.J., Bencon, J.E., Bonstelle, C.T., Alfydi, R.J., Haaga, J.R., Yeung, H. and Huss, R.G.: NMR imaging of the spine. *AJR*, 141: 1137-1145, 1983
- 4) Morman, D., Mills, C.M., Brant-Zawadzki, M., Yeates, A., Crooks, L.E. and Kaufman, L.: Magnetic resonance imaging of the spinal cord and canal: Potentials and limitations. *AJR*, 141: 1147-1152, 1983
- 5) Modic, M.T., Weinstein, M.A., Pavlicek, W., Boumpfrey, F., Starnes, D. and Duchesneau, P. M.: Magnetic resonance imaging of the cervical spine: Technical and clinical observations. *AJR*, 141: 1129-1136, 1983
- 6) Hyman, R.A., Edwards, J.H., Vacirca, S.J. and Stein, H.L.: 0.6 T MR imaging of the cervical spine: Multislice and multiecho techniques. *AJNR*, 6: 229-236, 1985
- 7) 小林直紀, 小野由子, 柿木良夫, 木村文子, 海老原玲子, 長山 隆, 岡田隆晴, 渡辺弘美: 脊髄疾患のMRI—その有用性と形態診断における位置—。日獨医報, 30: 656-665, 1985
- 8) 竹本和正, 井上佑一, 松村康正, 芝切一平, 小野山靖人, 矢倉久嗣, 小宮山雅樹, 安井敏裕, 白馬明: 椎体・椎間板疾患のMRI。日獨医報, 30: 666-674, 1985
- 9) Bydder, G.M., Brown, J., Niendorf, H.P. and Young, I.R.: Enhancement of cervical

- intraspinal tumors in MR imaging with intravenous gadolinium-DTPA. *J Comput Assist Tomogr*, 9: 847-851, 1985
- 10) DiChiro, G., Doppman, J.L., Dwyer, A.J., Patronas, N.J., Knop, R.H. Bairamian, D., Vermess, M. and Oldfield, E.H.: Tumors and arteriovenous malformations of the spinal cord: Assessment using MR. *Radiology*, 156: 689-697, 1985
 - 11) Scotti, G., Scialfa, G., Colombo, N. and Landoni, L.: MR imaging of intradural extramedullary tumors of the cervical spine. *J Comput Assist Tomogr*, 9: 1037-1041, 1985
 - 12) 松岡勇二郎, 町田 徹, 吉川宏起, 飯尾正宏: 脊髄腫瘍のMRI. *臨放*, 30: 1061-1067, 1985
 - 13) 橋本博美, 松村康正, 赤土みゆき, 竹本和正, 福田照男, 井上佑一, 小野山靖人, 白馬 明, 矢倉久嗣, 馬場 満: 脊髄腫瘍のMR像—Ne extradural sign について—. *日本医放会誌*, 46: 500-502, 1986
 - 14) Shapiro, R.: *Myelography*. Chicago: Year Book Medical, 1975
 - 15) 井須豊彦, 伊藤輝史, 岩崎喜信, 都留美都雄, 北岡憲一, 宮坂和男: Spinal CTによる脊髄腫瘍の診断. *Neurol Med Chir*, 20: 833-844, 1980
 - 16) Nakagawa, H., Huang, Y.P., Malis, L.I. and Wolf, B.S.: Computed tomography of intraspinal and paraspinal neoplasms. *J Comput Assist Tomogr*, 1: 377-390, 1977.
 - 17) Lapointe, J.S., Graeb, D.A., Nugent, R.A. and Robnertson, W.D.: Value of intravenous contrast enhancement in the CT evaluation of intraspinal tumors. *AJR*, 146: 103-107, 1986
 - 18) Herdt, J.R., Shimkin, P.M., Ommaya, A.K. and DiChiro, G.: Angiography of vascular intraspinal tumors. *Radiology*, 115: 165-170, 1972
 - 19) 福島孝徳, 千ヶ崎裕夫: 選択的脊髄血管撮影. *神経進歩*, 18: 549-562, 1974