

### 脊髄動静脈奇形\*

#### —脊髄動静脈奇形の分類とその MRI 診断と カテーテル血管撮影の役割—

小宮山雅樹\*\*

Masaki KOMIYAMA

#### Key words

MRI (magnetic resonance imaging)  
脊髄動脈撮影 (spinal catheter angiography)  
脊髄動静脈奇形 (spinal arteriovenous mal-formation)

#### はじめに

脊髄動静脈奇形の診断には、脊髄の正常血管解剖と脊髄動静脈奇形の分類の理解が必須である。まず現在よく用いられる分類<sup>7)</sup>および MRI 診断を概説し、現時点での MRI 診断とカテーテルによる脊髄動脈撮影の役割について述べる。

#### 脊髄動静脈奇形の分類

##### 1. 脊髄硬膜動静脈瘻 (spinal dural arteriovenous fistula, Type I-AVM) (図 1)

硬膜動静脈瘻は type I-AVM ともいわれ、脊髄動静脈奇形の中で最も高頻度で、中年以降 (40 歳以上) の男性に好発する。緩徐に進行する myeloradiculopathy で発症し、出血することはほとんどない。運動や姿勢を変えることにより症状が悪化することもある。多くの症例で、シャント

部位は下位胸髄、腰髄、脊髄円錐の一カ所で、神経根に伴行する栄養血管 (radiculomedullary artery の硬膜枝) が nerve sleeve の硬膜でシャントをつくり、脊髄背面の静脈 (posterior median vein) に導出する。この硬膜外から硬膜内に向けた静脈は、本来の radicular vein を逆流しているものである<sup>1,6)</sup>。シャント自体に前脊髄動脈は関与しない。静脈の流れる方向は、caudal, cranial 両方あるが、多くは caudal の方向であり、radicular vein を介して硬膜外に出る。venous hypertension による ischemic myelopathy を呈する acquired lesion と考えられている。動脈瘤の合併や導出静脈に静脈瘤が認められることはない。治療の効果は、症候性になってからの期間が短いほど神経学的な改善が期待できる。Foix-Alajouanine syndrome は、subacute necrotizing myelitis ともいわれ、現在では、脊髄硬膜動静脈瘻の進行した病態であると考えられている。

\* Spinal Arteriovenous Malformation : Classification of the Spinal AVM and Roles of MR Imaging and Catheter Angiography

\*\* 大阪市立総合医療センター脳神経外科 [〒534-0021 大阪市都島区都島本通 2-13-22] / Department of Neurosurgery Osaka City General Hospital

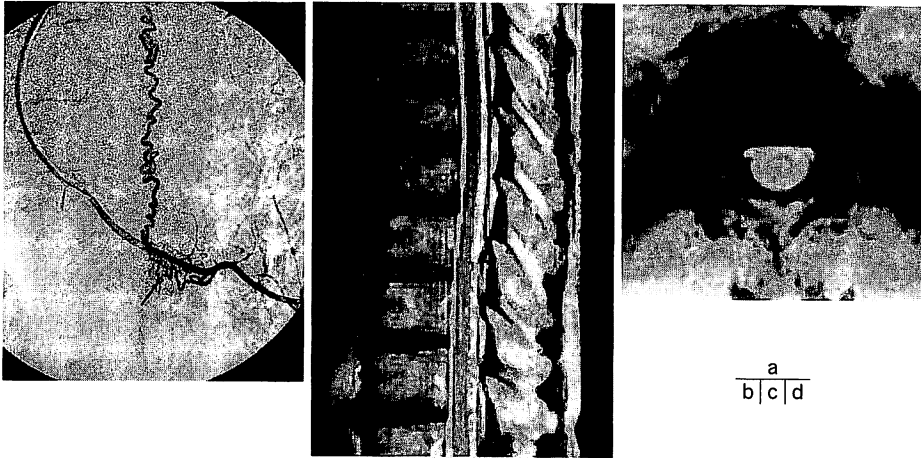
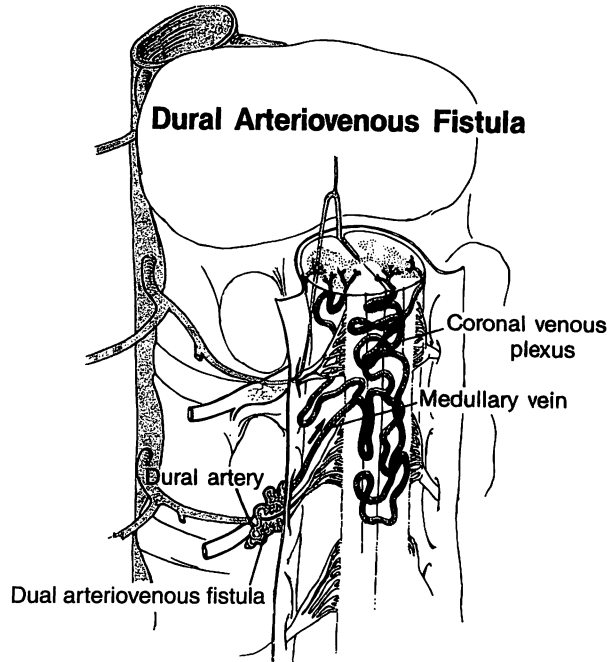


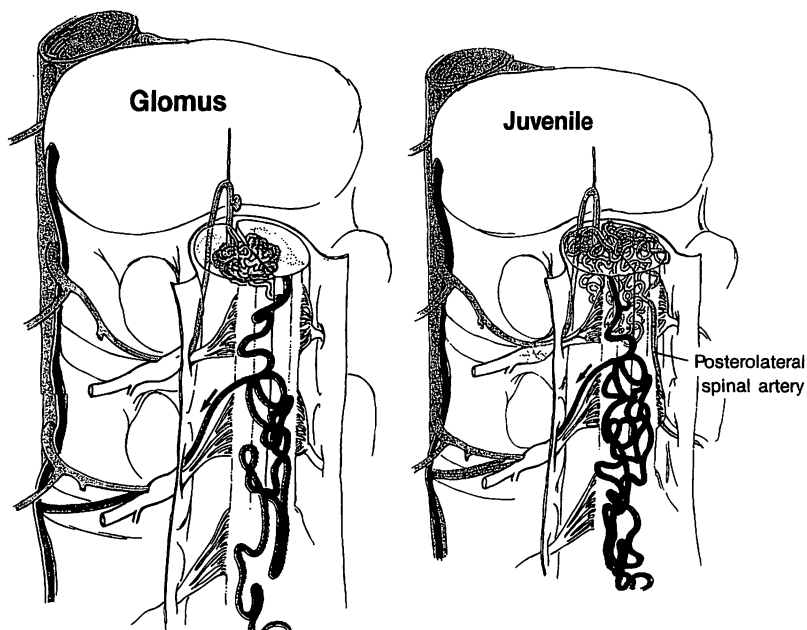
図 1 脊髄硬膜動静脈瘻 (spinal dural arteriovenous fistula, type I-AVM, 症例は 68 歳男性)

- a : 模式図 (文献 7 より引用)。
- b : 右第 11 肋間動脈撮影 (正面像) ; 動静脈シャント部位 (矢印) を介して後正中静脈へ流出している。
- c : T2 強調 SE 法 (矢状断像) ; 脊髄背面に flow void が認められる。
- d : T2 強調 GE 法 (第 12 胸椎レベルの水平断像) ; flow void は認められない。

## 2. 髄内動静脈奇形 (spinal intramedullary arteriovenous malformation, Type II, III-AVM) (図 2)

過去には, Type II は glomus type, Type III は juvenile type の AVM といわれた。Type II は, single feeder, single drainer のことが多く頸髄に

好発し, 多くは脊髄実質内の腹側にある小さな AVM である。Type III は, 頻度は低く, 脊髄の横断面を占める程度の大きな AVM で前および後脊髄動脈すべてが関与することが多い<sup>7)</sup>。Type III は, 髄内病変のみならず硬膜外や脊柱管外にも AVM が存在する場合がある。静脈の流れる方向



a	b
c	d
e	f

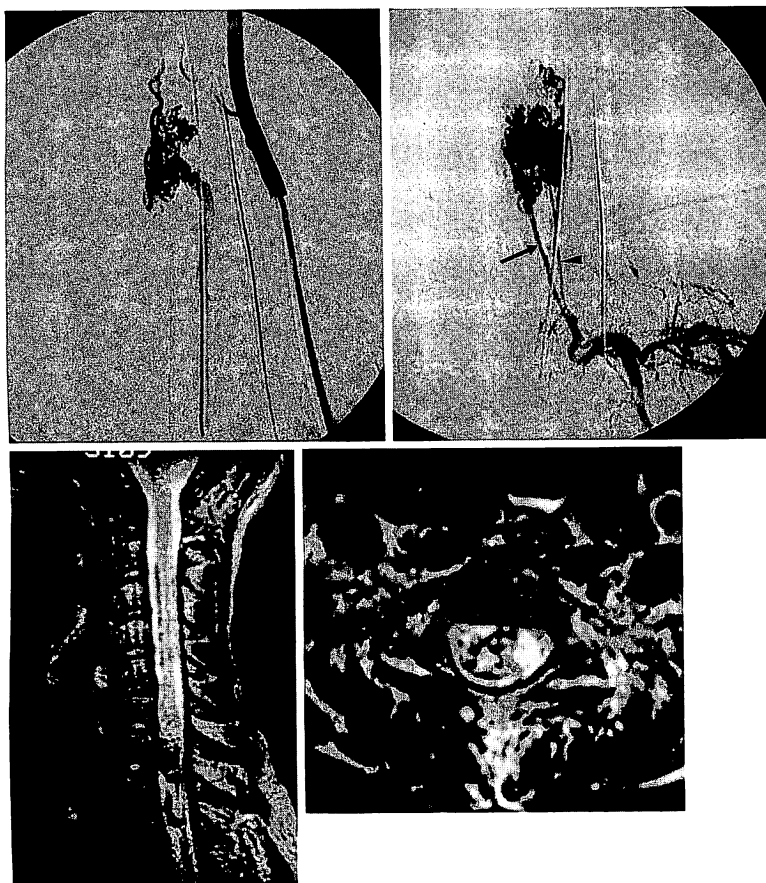
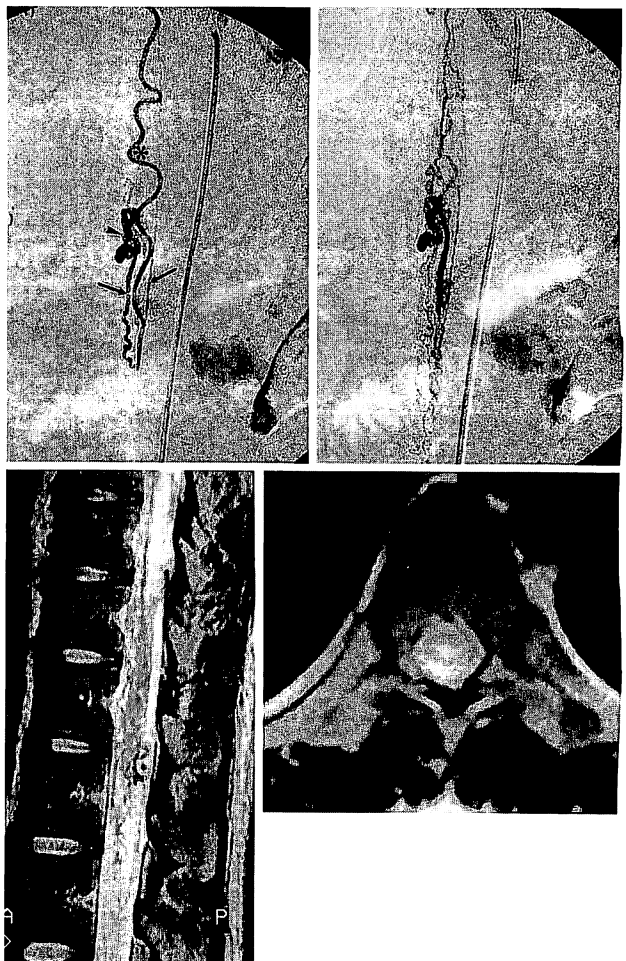
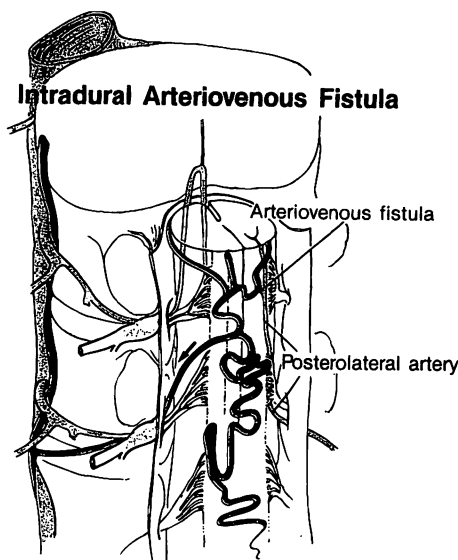


図 2 髄内動静脈奇形 (spinal intramedullary arteriovenous malformation, 症例は 14 歳男性)

- a : Type II (glomus type) の模式図 (文献 7 より引用)
- b : Type III (juvenile type) の模式図 (文献 7 より引用)
- c : 左椎骨動脈撮影；第 6 頸神経根動脈から分岐する前脊髄動脈が juvenile type の AVM を栄養している。
- d : 左第 3 肋間動脈撮影；前脊髄動脈 (矢印) と左後脊髄動脈 (矢頭) が AVM を栄養している。
- e : T2 強調 SE 法 (矢状断像)
- f : T2 強調 SE 法 (水平断像)；第 7 頸椎レベルでは、AVM は横断面の大半を占めている。

は、多くの場合 caudal, cranial 両方向である。Dural AVF が胸腰部に多いのに比較して、より高

位の脊髄に病変があることが多い。若年者に起こり、出血による突然の背部痛や対麻痺で発症する



a | b | c  
d | e

図3 硬膜内傍脊髄動静脈瘻 (spinal perimedullary arteriovenous fistula, type IV-AVM, 症例は29歳男性)

- a: 模式図 (文献7より引用)
- b, c: 右第10肋間動脈撮影 (正面像) の early phase (b) と late phase (c): 前脊髄動脈 (\*) が脊髄円錐下端で両側の後脊髄動脈 (矢印) と吻合している。右後脊髄動脈が動静脈瘻 (矢頭) をつくりしている。
- d: T2強調SE法 (矢状断像): 脊髄背面に flow void が認められ、第9-10胸椎レベルで脊髄実質に T2 延長病変が認められる。
- e: T2強調SE法 (第9胸椎レベルの水平断像): flow void は認められないが、脊髄実質の変化が明瞭に認められる。

場合と徐々に進行する myelopathy で発症する場合がある。

Type IIの方が Type IIIよりも高頻度で出血する。非出血発症の場合は、venous hypertension が myelopathy の原因である。動脈瘤の合併や導出静脈に静脈瘤が認められることもある。妊娠によって症状の悪化をきたすこともある。

### 3. 硬膜内傍脊髄動静脈瘻 (spinal perimedullary arteriovenous fistula, Type IV-AVM) (図3)

Type IV-AVMとして報告された extramedullary AVFで、脊髄の表面でシャントをつくり、稀に膜下出血を起こすが、多くは venous hypertension によって進行性の脊髄症状を呈する<sup>2)5)</sup>。また動脈瘤の合併や拡張した静脈が静脈瘤を形成し脊髄を圧迫して症状を出す場合もある。

性差はなく20～30歳台に好発する。脊髄円錐や馬尾に好発するが、他の部位にも起こる。前脊髄動脈が関与することが多い。外傷が原因と考えられる症例もあるが詳細は不明である。

#### 4. 傍脊柱動静脈瘻・動静脈奇形 (paraspinal arteriovenous fistula/malformation)

脊柱管外の筋肉、神経孔、傍脊椎部、硬膜外腔などに存在する動静脈瘻、動静脈奇形で、シャントした血流により静脈が拡張しこれによりさまざまな症状を呈する。皮下の拍動性腫瘤、雑音、進行性の脊髄症状、心不全、脊髄出血、脊柱の変形などである。

### MRI 診断

脊髄動静脈奇形において、T2強調画像で脊髄の表面 (extramedullary) を蛇行しながら矢状方向に走行する導出静脈 (medullary vein) が signal void として描出される<sup>34)</sup>。流速の遅い血流は、T1強調画像で造影剤によって造影効果を受ける。矢状像、冠状像は病変の部位・高さの同定に有用であり、導出静脈と脊髄の関係 (腹側、背側) の描出にも優れている。横断像では intramedullary AVM では nidus が signal void として観察され、逆に dural AVF や perimedullary AVF では髄内には signal void は観察されない。脊髄の肥厚・萎縮、syrinx、造影効果、mass effect、髄内の新鮮または陳旧性出血、静脈内血栓などの描出に加え、congestive myelopathy が T2強調画像で高信号、T1強調画像で低信号として描出される。これらの変化は、治療により軽減したり消失したりする。塞栓術の効果判定や再開通現象の検出にも MRI は有効である。近年、Time-of-flight 法、Phase-contrast 法による MR angiography や造影剤注入前後の差分像を使う MR digital subtraction angiography も脊髄動静脈奇形の診断で重要になってきている。T2強調 spin echo 法は髄液の流れを signal void として検出するため、硬膜内・髄外の短絡血流と誤診する可能性がある<sup>4)</sup>。

この現象の起こる好発部位 (頸髄レベルでは腹側と腹外側、胸髄レベルでは背側) の理解や gradient echo 法を含め他の断層像を参考にして診断することが必要である。

### MRI とカテーテル血管撮影の脊髄動静脈奇形の診断における役割

MRI はその非侵襲性や多方向の撮像が可能な点で脊髄疾患の診断に有用であることはいうまでもない。脊髄動静脈奇形の診断に必要な点は、脊髄動静脈奇形の存在診断、他疾患との鑑別、血管構築の診断 (矢状方向、横断面での部位診断、脊髄動静脈奇形の分類、栄養血管の同定、導出静脈の同定、血行動態：動静脈瘻の大きさや速さ、動脈瘤や静脈瘤の合併)、脊髄そのものの変化 (虚血性変化、出血、脊髄空洞症) などがあげられる。病変の存在診断のみであれば MRI は有用であるが、実際の治療をするに当たりカテーテル血管撮影なしで脊髄動静脈奇形の分類と栄養血管や導出静脈の同定を行うことは不可能である、逆に、脊髄実質の変化の描出は MRI でないと不可能であり、小さな動静脈シャントは血管撮影でないと描出できない。この意味で MRI とカテーテル血管撮影は相補的な役割がある。現時点では、臨床症状から脊髄動静脈奇形を疑った場合、MRI で血管病変が描出されない場合でも、カテーテル血管撮影が適応である。また、造影する血管の数が多く、検査が長時間になり不十分な血管造影で終わることもあるため、二期的に検査を行ったり、繰り返し超選択的造影を行う方が解剖学的な理解がしやすい場合もある。脊髄動静脈奇形の治療において外科的治療とならび血管内治療は重要な治療法であり、後者はカテーテル血管撮影の延長線上にある。この意味で、脊髄動静脈奇形の診断において現在でもカテーテル血管撮影は gold standard といえる。

文献 (太字は重要文献)

- 1) Anson JA, Spetzler RF : Spinal dural arteriovenous malformations, in Awads IA, Barrow DL (eds) : *Dural Arteriovenous Malformations*. Park Ridge, Ill : American Association of Neurological Surgeons, pp.175-191, 1993.
- 2) Djindjian M, Djinjian R, Rey A, et al : Intradural extramedullary spinal arteriovenous malformations fed by the anterior spinal artery. *Surg Neurol* 8 : 85-93, 1977.
- 3) **Doppman JL, Di Chiro G, Dwyer AJ, et al : Magnetic resonance imaging of spinal arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 66 : 830-834, 1987.**
- 4) Enzmann DR : Vascular disease, in Enzmann DR, DeLaPaz RL, Rubin JB (eds) : *Magnetic resonance of the spine*. CV Mosby, St. Louis, pp. 510-539, 1990.
- 5) Hero RC, Debrun GM, Ojemann RG, et al : Direct spinal arteriovenous fistula : A new type of spinal AVM. *J Neurosurg* 64 : 134-139, 1986.
- 6) Kendall BE, Logue V : Spinal epidural angiomatous malformations draining into intrathecal veins. *Neuroradiology* 13 : 181-189, 1977.
- 7) **Rosenblum B, Oldfield EH, Doppman JL, et al : Spinal arteriovenous malformations : A comparison of dural arteriovenous fistulas and intradural AVM's in 81 patients. *J Neurosurg* 67 : 795-802, 1987.**