

MRI による外傷性脊髄空洞症の診断

高橋 睦正 (熊本大学医学部放射線科)

坂本 祐二 (熊本大学医学部放射線科)

小島 龍太郎 (熊本大学医学部放射線科)

松野 泰治 (熊本大学医学部放射線科)

キーワード

syringomyelia, spinal cord trauma, MRI diagnosis of spinal cord, spinal MRI

はじめに

脊髄損傷による完全ないし不完全な対麻痺、四肢麻痺の患者に、一定期間を経過したのちに脊髄損傷の高さよりも上位レベルに疼痛、知覚障害及び筋力低下などが発生することが知られており、その本態は脊髄空洞症であることが実証されてきた^{1)~5)}。当初は片側性の神経症状が多いが、日時の経過とともに次第に両側性に移行することが多く、また進行性に下位レベルより上行性に拡がり、時に三叉神経領域が冒される場合もある。このような脊髄損傷後に発生する脊髄空洞症は、外傷性脊髄空洞症 post-traumatic syringomyelia^{3),4)}、又は外傷性進行性脊髄症 post-traumatic progressive myelopathy⁶⁾、進行性外傷性嚢胞性脊髄症 progressive post-traumatic cystic myelopathy⁷⁾、外傷性脊髄嚢胞 posttraumatic spinal cord cyst⁸⁾と名づけられている。

MRI の臨床導入によって、脊髄が極めて明瞭に描出できるようになり、脊髄内に発生する空洞、嚢胞は MRI を実施すればかなり正確に診断することが可能である。

今後 MRI の広い臨床応用によって本症が発見される頻度が高くなると思われるので、我々が経験した脊髄損傷後一定期間経過して、脊髄空洞症が発生した症例を検討し報告する。

対象及び方法

過去 2 年間に熊本大学医学部及び関連病院で脊椎・脊髄の MRI を実施した症例のうち、脊髄空洞症の症例は 25 例であった。このうち過去に脊髄の外傷を受け、四肢麻痺または対麻痺になり治療を受けており、一定期間経過した後に種々の新しい神経症状が出現した症例が 5 例含まれていた。外傷直後に発生した myelomalacia と考えられる限局性の脊髄内空洞の症例は、今回は検討から除外した。これらの症例は、いわゆる外傷性脊髄空洞症の範疇に属するものであり、これらの症例の臨床所見および MRI 所見を分析した。必要に応じて単純撮影、CT、造影剤脊髄腔内投与後の CT、その他の放射線学検査の所見も参考にした。

MRI は T 1 強調画像、T 2 強調画像とも spin echo 法で撮像した。使用機種は常電導磁気共鳴装置 (東芝 MRT-22 A, 0.22 T.) を使用し

た。T 1 強調画像は TR 500 msec/TE 34-40 msec を使用し、T 2 強調画像およびプロトン密度強調画像は TR 2000 msec でエコー時間を 80 および 40 msec とし、ジュアル・エコー法で撮像した。多くの症例で、矢状断像を 7~10 mm 厚の連続スライスで撮像し、診断に用いた。横断像も少数例に実施し、参考に供した。

結 果

患者の受傷時の年齢は 16 才から 37 才までで、比較的若年で外傷を受けたものが多く、すべて脊椎の圧迫骨折で第 8 胸椎 (D 8) 1 例、第 11、12 胸椎 (D 11, 12) 1 例、第 1 腰椎 (L 1) 3 例であった(表 1)。すべての症例で受傷後、対

麻痺が発生し、このために治療、リハビリテーションを長期間受けていた。第 8 胸椎に圧迫骨折のあった症例では破傷風の強い痙攣後に圧迫骨折が生じ、それ以後対麻痺が生じたものであった。脊髄外傷から症状が発現(脊髄空洞症の症状発現)するまでの期間は 10 年から 30 年を要しており、神経症状としては脊髄空洞症の知覚障害、疼痛、筋力低下、関節症などが主な所見であった。

MRI 所見を検討すると、すべての症例で胸髄、頸髄に脊髄空洞があり、4 例で C 1 の高さに及んでおり、1 例が C 2 の高さに及んでいた(図 1)。空洞の信号強度は T 1 強調画像ではすべて低信号強度で、T 2 強調画像の撮影された 4 例中 2 例が低信号強度で 2 例が等信号強度を示し

表 1 外傷性脊髄空洞症の症例

臨床所見, MRI 所見	Case I 51才, ♂	Case II 37才, ♀	Case III 58才, ♂	Case IV 28才, ♂	Case V 46才, ♀
初回受傷					
1. 受傷時年齢	24才	24才	37才	18才	16才
2. 外傷の種類	圧迫骨折	圧迫骨折, 亜脱臼	圧迫骨折	圧迫骨折	圧迫骨折
3. 部位	D11, D12	L 1	L 1	L 1	D 8
4. 神経症状	対麻痺	対麻痺	対麻痺	対麻痺	破傷風後の 対麻痺
脊髄空洞症による症状					
1. 受傷から症状発現の期間	13年	11年	19年	10年	30年
2. 新しい神経症状	左上肢の筋力低下 知覚障害, 疼痛	左肩上肢の疼痛 知覚障害	上肢の知覚障害 尿失禁	左上肢の知覚障害	左肘関節症 腫脹, 疼痛
MRI 所見					
1. 空洞の長さ	C 1—D10	C 1—D12	C 1—L 1	C 1—L 1	C 2—L 1
2. T 2 での高信号域	有	有	有	有	(Na T2 WI)
3. 空洞の信号強度	T1 low; T2 iso	T1 low; T2 low	T1 low; T2 low	T1 low; T2 iso	T1 low
4. 脊髄の大きさ	胸髄腫大	正 常	正 常	胸髄腫大	胸髄腫大
5. 空洞の辺縁	分葉状	平 滑	平 滑	平 滑	分葉状
6. 小脳扁桃の位置	下 降	正 常	正 常	正 常	正 常

受付年月日 昭和63年 7 月29日

印刷請求先 (〒860) 熊本市本荘1-1-1 熊本大学医学部放射線医学教室 高橋睦正



図1. D11, D12の圧迫骨折13年後に発生した脊髄空洞症(51才, 男)

A: T1強調画像, 胸部矢状断像. D11-12の椎間板の変性及び狭小化があり, この部に脊椎後彎が認められる. これより上部の脊髄には空洞が認められ, 内部は分葉状を呈している.

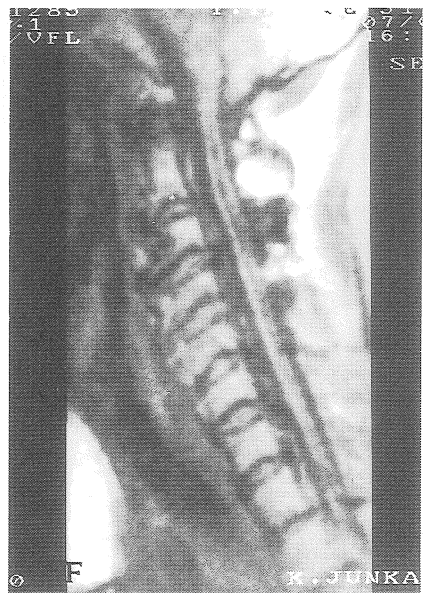


B: T2強調画像, 胸部矢状断像. 空洞はflow voidを示さないため描出されていない. D11, D12の部に脊髄の軽度の信号強度の増加が認められる.

ていた(図2). 脊髄腫大は3例の胸髄に観察された. 空洞の辺縁は平滑なもの3例, 分葉状を呈するものが2例あった.

圧迫骨折が存在する部位で脊柱管の軽度の狭小化があり, 脊髄および硬膜腔の圧迫が存在すると考えられたが, この部位に一致してT2強調画像で瀰漫性の高信号強度域が認められた(図3). この部が外傷によって発生したmyelomalaciaまたはgliosisの部位と考えられた.

小脳扁桃の位置は4例が正常で, Chiari I奇形を示すものが1例に認められた. 圧迫骨折を受けた脊椎の信号強度は他の脊椎体とほとんど変化はなく, ただ上下の高さが低下し, また近接する椎間板の変性や狭小化が認められた.



C: T1強調画像, 頸部矢状断像. 脊髄空洞症はC1の高さまで拡がっている.

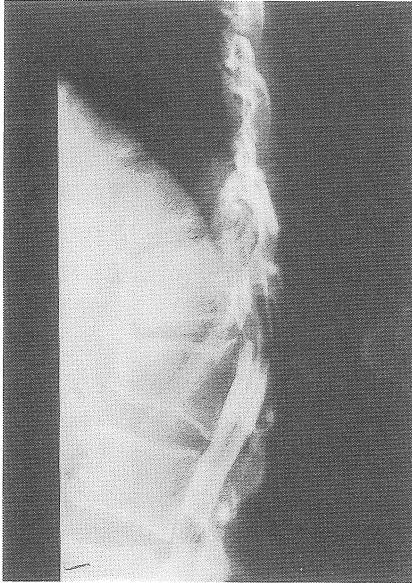


図2. L1圧迫骨折後11年後に発症した脊髓空洞症(37才, 男)

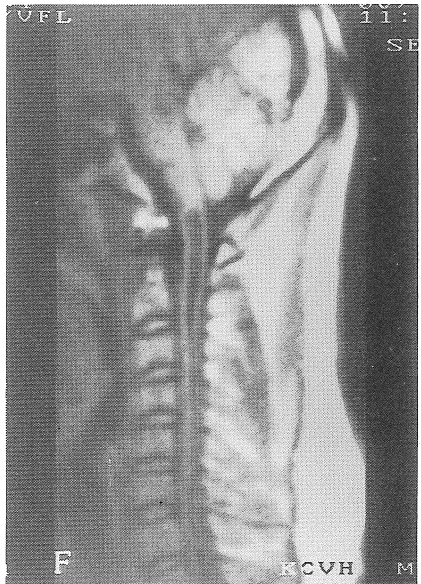
A: 脊髓腔造影, 側面像, D12, L1の高さの脊椎後彎が認められ, 椎間板は狭小化し, L1の圧迫骨折が認められる. 造影剤はこの部で不完全にブロックされている.



B: T2強調画像, 胸腰部矢状断像, D12, L1の高さの椎間板は変性をおこし, L1の圧迫骨折が認められる. 脊椎後彎の部位に一致して高信号強度域が観察される.



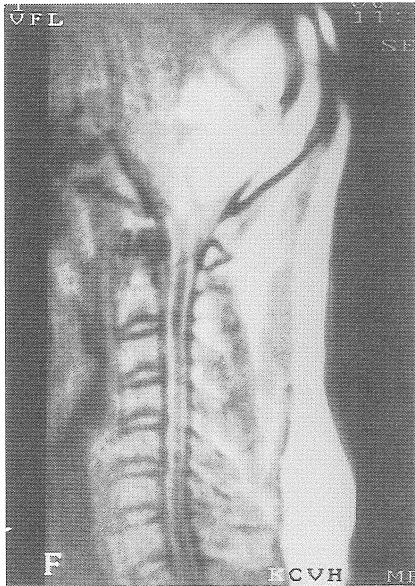
C: T1強調画像, 胸部矢状断像, 脊髓全体に空洞がみられ, 空洞の辺縁は平滑である.



D: T1強調画像, 頸部矢状断像, 脊髓の空洞がC1の高さまで広がっている.

考 察

外傷性脊髄空洞症は多くの研究者によりその発生が示唆されていたが、詳細な報告を行ったのは1959年のFreeman¹⁾であった。彼は第4胸椎レベルの対麻痺で後に上肢の運動障害、知覚障害をおこした症例を経験し、これらの症状は空洞を開放することによって軽快した。その後1966年にBarnett²⁾らが本症を脊髄腔造影などによって証明し、その本体を明らかにして以来、本症の臨床的研究が多くなされるようになった。³⁾⁴⁾⁵⁾



E: T 2 強調画像, 頸部矢状断像. flow void が脊髄空洞内に認められ, 低信号強度になっている。



図3. L 1の圧迫骨折後19年後に発症した脊髄空洞症(58才, 男)
A: T 1 強調画像, 腰部矢状断像. L 1の強い圧迫骨折とともにD 12の軽度の圧迫骨折も観察される. この部で脊椎後彎があり, L 1の一部が脊柱管内へ突出している。



B: T 2 強調画像, 腰部矢状断像. D 12, L 1の高さに信号強度の高い部分が認められる. gliosisの部と考えられる。



C: T 1 強調画像. 脊髄の空洞が C 1 の高さまで広がっているのがよく観察される.



D: T 2 強調画像, 頸部矢状断像. 空洞がわずかに描出され, flow void が存在する.

外傷性脊髄空洞症の発生頻度については多くの報告者が検討しているが, Quencer ら⁸⁾の 1.8%, Rossier ら⁴⁾の 3.2%が最も頻度が高い. 初回の外傷部位, 程度, 四肢麻痺か対麻痺か完全麻痺か不完全麻痺かによって発現頻度や時期に差はないとする報告が多いが³⁾⁹⁾, Rossier ら⁴⁾は, 四肢麻痺の症例には対麻痺の症例よりも本症の頻度が高いとしている. 一方, Vernon ら³⁾は本症は胸椎・腰椎の脊髄損傷の場合が頸髄損傷の場合より頻度が高いと報告している. 我々は現在までに 5 例の経験をしているが, すべてが胸椎下部及び胸・腰椎部の脊髄損傷例であった. 初回受傷から脊髄空洞症の発現までの時間は報告者により異なるが, 3 ヶ月から 32 年²⁾⁹⁾までの報告があるが, 外傷から進行性に症状が出現してくる症例もみられると考えられる⁸⁾.

外傷性脊髄空洞症の放射線学的検査法としては, 気体を脊髄くも膜下腔内に注入して実施する気体脊髄腔造影法や水溶性造影剤, ないし油

性造影剤を脊髄くも膜下腔内に注入する脊髄腔造影法によって行われることが多かった. CT の普及によって, 水溶性造影剤を脊髄くも膜下腔に投与し, そのあとで CT を実施する方法が最も信頼性が高いと考えられ, 最近まで広く実施されてきた⁷⁾⁸⁾. とくに脊髄腔内造影剤投与して数時間後に CT を行うと, 高頻度に空洞が描出されることが示されている. 時には嚢胞, 空洞を直接に穿孔し, 造影剤を注入する方法が行まれることもあった⁷⁾⁸⁾.

このように CT の診断能が最も高く, 本疾患の診断にあたっては最も信頼性が高いとされてきた. しかし MRI の出現によつて, 非侵襲的に比較的簡単に診断が可能であり, 脊髄空洞症の拡がり, 内部の flow void の有無, 脊髄の圧迫, 脊髄外傷部位における高信号強度の描出, および脊椎外傷の観察など詳細な所見が容易に得られるようになった. MRI が広く普及するにともない, MRI が本症の最も適切で正確な診断法と

して広く用いられるようになると思われる。MRIの欠点は、撮像に時間を要すること、閉所恐怖症のある患者やペースメーカ、金属クリップなどを埋め込んだ患者には用いられないことなどいくつかの欠点はあるが、今後、広く用いられるものと思われる。術中の検査法としては超音波がよく用いられ、超音波の所見がMRIのT2強調画像の所見とよく一致するとの報告もある⁶⁾。本症は早期に発見し、適切なシャント手術を実施することによって治療可能な疾患であり、今後、この方面での研究、診断法、治療法の確立が望まれるところである。

脊髄損傷後に発生する脊髄空洞症の発生メカニズムについては、多くの仮説が提唱されている⁶⁾。脊髄内空洞の発生の最も重要な factor は脊髄癆 myelomalacia であり、これは外傷による虚血、細胞酵素の産生、血管作用化学物質の作用及び外傷による挫傷によって発生するとされている。直接の脊髄癆の原因は何であれ、その脊髄癆の周囲には、浮腫や gliosis、くも膜炎が発生してくる。このようにして脊髄に組織の欠損、嚢胞の形成がみられると、脳脊髄液が gliosis の組織によって産生されたり、Virchow-Robin 腔を介して脳脊髄液が嚢胞内に析出したりする。嚢胞内の貯溜液は、くも膜下腔内圧上昇などによって更に多量となり、嚢胞は拡大し、損傷部の上下方向へ進展していくと考えられる。とくに、くも膜下腔内の圧の上昇がおこると、硬膜外静脈圧が上昇し硬膜を圧迫し、ひいてはくも膜下腔内の圧を上げ嚢胞を拡大させると考えられる。これらの作用はくも膜下腔内の圧が高まれば、更に効果が大きくなる。癒着した脊髄は動くことができず、Valsalva 効果や脳脊髄圧の上昇によってその内部にある嚢胞が拡大する。Williams ら⁷⁾は損傷部位に癒着によるくも膜下腔の狭窄性変化が発生するために上方の圧が高まり、癒着の上下で圧差が発生し、嚢胞が下方へ進展していくとしている。

McLean ら¹⁰⁾は初期の嚢胞形成については同様なメカニズムで説明しているが、その後の空洞の上下への進展について興味ある仮説を提唱している。それは癒着した脊柱管内より高いレベル、すなわち頸部の運動によって脊髄は伸展延長される。このために脊髄径が減少し、ひいては外傷部位の嚢胞に強い圧が加わり、嚢胞が圧の少ない部位をおし広げながら広がる。頸部の運動によって、このように嚢胞が上下へ次第に広がっていく。頸部の脊髄損傷では頸部の動きが制限されているために、このような嚢胞の拡大はおこらないとしている。さらに Valsalva 法を行ったりすると、脊柱管内圧が上昇し、空洞内の圧が上昇することによって二次的に空洞の拡大、上下への進展が発生すると考えている。この空洞は中心管へ破裂し、交通を持つと第4脳室への交通も発生すると説明している。このようなメカニズムによって、嚢胞の上下方向への広がりがおこり、脊髄空洞症が発生していくと考えられる。

外傷性脊髄空洞症のMRI上の所見は、以上のような発生メカニズムを考慮することによってある程度説明が可能と思われる。外傷発生部位には、ほとんどの症例でT2強調画像で高信号強度域が観察されるが、この高信号強度域は最初に組織の壊死や gliosis の発生した部位を示すと考えられる。この部位には古い出血や浮腫などが存在し、このためにT2強調画像で高信号強度域を呈することが考えられる。脊髄空洞に flow void sign の存在する場合と存在しない場合があるが、この点については、よい説明はこれまでなされていない。flow void がみられる場合は、拍動性の脳脊髄液の動きがあると考えられ、ない場合は空洞が隔壁により、小さく分かれているか、液の動きがないことが考えられる⁹⁾。今後、この所見は治療法との関係で重要となると思われるが、それには更に症例の集積による病態の解明が必要である。

文 献

- 1) Freeman LW: Ascending spinal paralysis. *J Neurosurgery* 16: 120-122, 1959.
- 2) Barnett HJM, Bottrell EH, Jousse AT, et al.: Progressive myelopathy as a sequel to traumatic paraplegia. *Brain* 89: 147-159, 1966.
- 3) Vernon JD, Silver JR, Ohry A: Post-traumatic syringomyelia. *Paraplegia* 20: 339-364, 1982.
- 4) Rossier AB, Foo D, Shillito J, et al.: Posttraumatic cervical syringo-myelia. *Brain* 108: 439-461, 1985.
- 5) Williams B, Terry AF, Jones HWF, et al.: Syringomyelia as a sequel to traumatic paraplegia. *Paraplegia* 19:67-80, 1981.
- 6) Gebarski SS, Maynard FW, Gabrielsen TO, et al.: Posttraumatic progressive myelopathy. Clinical and radiologic correlation employing MR imaging, delayed CT metrizamide myelography, and intraoperative sonography. *Radiology* 157: 379-385, 1985.
- 7) Seibert CE, Dreisbach JN, Swanson WB et al.: Progressive posttraumatic cystic myelopathy: Neuroradiologic evaluation. *AJNR* 2: 115-119, 1981.
- 8) Quencer RM, Green BA, Eismont FJ: Post-traumatic spinal cord cysts: clinical features and characterization with metrizamide computed tomography. *Radiology* 146: 415-423, 1983.
- 9) Sherman JL, Barkovich AJ, Citrin CM: The MR appearance of syringomyelia: New observations. *AJR* 148: 381-391, 1987.
- 10) McLean DR, Miller JDR, Allen PBR, et al.: Posttraumatic syringomyelia. *J. Neurosurg.* 39: 485-492, 1973.

Diagnosis of posttraumatic syringomyelia with MRI.

Mutsumasa Takahashi

(Department to Radiology, Kumamoto University School of Medicine.)

Ryutaro Kojima

(Department to Radiology, Kumamoto University School of Medicine.)

Yuji Sakamoto

(Department to Radiology, Kumamoto University School of Medicine.)

Taiji Matsuno

(Department to Radiology, Kumamoto University School of Medicine.)

Five cases with development of syringomyelia, following long stable period of paraplegia after spinal trauma, have been studied with a resistive MRI unit. In all five cases there was spinal cord damage at the lower dorsal or dorsolumbar vertebral levels. Symptoms and signs of syringomyelia developed after long steady period with increased paresthesia, muscle weakness and pain of the shoulders and upper extremities. MRI revealed syringomyelia involving the dorsal and cervical cord up to the C1 or C2 level. The syringomyelia cavity was hypointense on T1 weighted images, but T2 weighted images showed isointensity in 2 of 4 cases showing no flow void. At the site of the cord injury there was diffuse increased signal intensity within the cord, probably indicating myelomalacia or gliosis. Pathogenesis of post-traumatic syringomyelia was discussed from the standpoint of diagnosis and treatment.