

特集 胸部疾患の画像診断法 – モダリティの比較 –

4. 縦隔病変：CT vs. MRI

金川公夫

兵庫県立こども病院 放射線科

Imaging of Mediastinal Lesions in Children : Comparison between CT and MR Imaging

Kimio Kanegawa

Department of Radiology, Kobe Children's Hospital

Abstract

CT and MR imaging are commonly used to evaluate mediastinal lesions in the pediatric population. However, which modality is more useful to evaluate such lesions is not clear. In this review, the usefulness of CT and MRI is compared in cystic and solid lesions of the mediastinum.

In cystic lesions, CT and MRI are equally valuable, but CT sometimes requires contrast medium administration for exact evaluation of the relationship to great vessels. In solid lesions, CT is superior to MRI except for neurogenic tumors, in which MRI is more valuable because of easy detection of intraspinal tumor extension and bone marrow metastasis. In follow-up studies, however, MRI is superior to CT in that MRI distinguishes scar and fibrosis from tumor. Using CT, side effects of radiation must be taken into account because radiation effect on child is greater than that on adult. It is important that proper modalities are selected according to each disease.

Keywords : Mediastinal lesions, CT, MRI

はじめに

小児縦隔病変における診断にはCT, MRIを相補的に用いる必要があるのは言うまでもないが、今回の企画CT vs. MRIでは両者に優劣をつけるのではなく、「どちらのモダリティを主として用いるのが良いのかを考える」と解釈して各疾患において論じてみたい。縦隔病変を嚢胞性病変、充実性病変の2つに分類し、その中に含まれる疾患についてCT, MRIのいずれを主体にするべきか、または両者が必要かについて述べることにする。これらを議論する前にCT, MRIの利点、欠点を整理してから各論に入りたい。

CTの利点、欠点

現在、CTの多くは従来のシングルスライスノンヘリカルCTからヘリカルCTに置き換わっており、さらにマルチスライスCT（またはマルチディテクターrow CT (multidetector row CT)）とも言うが、本文ではマルチスライスCTを用いるに置き換わっている施設もある。現状ではいくつかのタイプのCTが共存しているが、いずれマルチスライスCTが主流になると思われるので、マルチスライスCTの利点、欠点を中心に考える。

マルチスライスCTにおける利点は広い撮像

範囲を、速く、細かく撮像できる点にある¹⁾。小児においては検査時間が短縮されるために、眠剤が必要にならない症例が従来よりも増加するものと思われ、この点も利点に挙げられる。

また、矢状断像や冠状断像なども可能で、造影剤の使用によりCT angiography (CTA) もできるなどの点も利点である。

一方、欠点として、縦隔では大血管と他の臓器を正確に区別するには造影剤の投与が必要になる場合がある点や電離放射線を使用するための被曝の問題がある。マルチスライスCTでは被曝線量を増大させる因子と減少させる因子が存在するが¹⁾、適正な条件を用いれば、従来のCTに比べて被曝は減少させることも可能である。しかし、使用の仕方によっては被曝が増加しかねないことにも注意が必要である。

MRIの利点、欠点

MRIの利点は優れたコントラスト分解能にある。縦隔では造影剤を用いることなく大血管を他臓器と区別することができる。また、被曝が

ない点も大きな利点である。Motion artifact suppression techniqueの発達や心電同期により artifactも軽減されている。多方向撮像ができる点も以前は利点に挙げられていたが、ヘリカルCTやマルチスライスCTでも可能になっている。

欠点としては、検査時間が長く（特に、心電同期を用いるため、通常以上に検査時間が長くなる）、5～7歳以下の小児では眠剤が必要であること、このためにモニタリングが必要であるが、モニタリングに制約がある点などである^{2, 3)}。なお、モニタリングについては、近年MRI対応の機器があり、今後、この問題は解消されると思われる。また、微小な石灰化を描出できない点も診断上の問題である。

正常構造の把握

縦隔内には胸腺、大血管、気管、心臓などの正常構造が含まれる。小児ではリンパ節は正常では描出されない²⁾。これらの構造はCT、MRIのいずれでも描出されるが、CTでの大血管の把握には造影剤の投与が必要になる。MRIではこれ

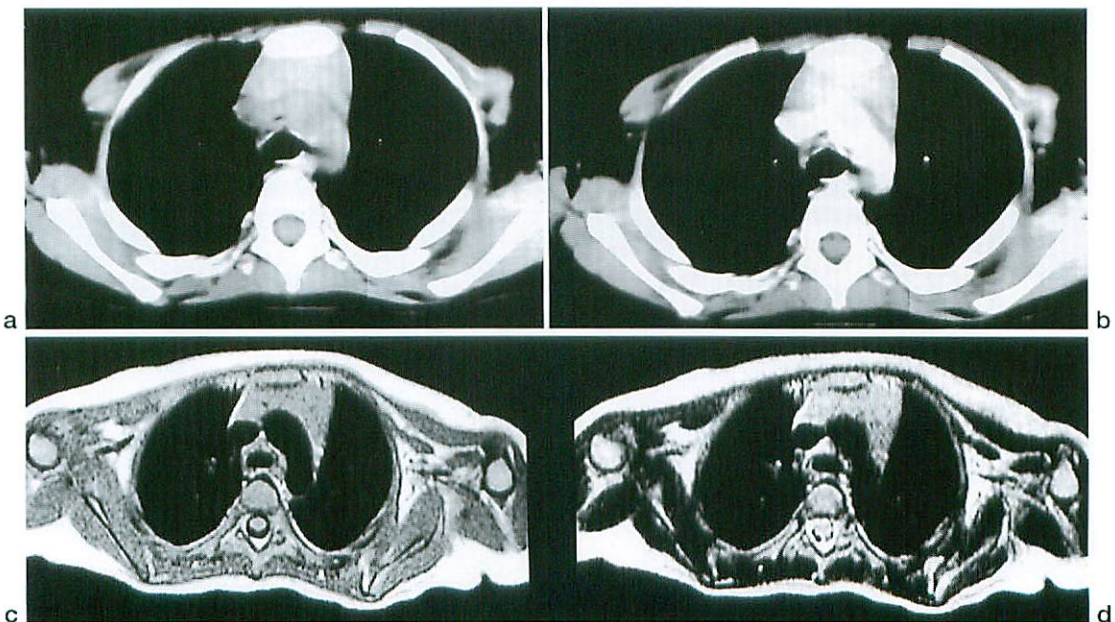


Fig.1 A one-year-old girl with osteochondroma

- a: Unenhanced CT shows normal triangular thymus.
- b: Enhanced CT clearly distinguishes the thymus from the great vessels.
- c: Axial T1 weighted image (1003.1/15) shows normal triangular thymus. Signal intensity is homogeneous and slightly higher than that of muscle.
- d: Axial T2 weighted image (4126.2/90) shows normal triangular thymus.

らの構造を把握するのに造影剤を必要としない。

胸腺は小児では重要な臓器であるが、CT、MRIともに十分な胸腺の描出が可能である(Fig.1)。CTでは胸腺は均一な吸収域を呈する^{4, 5)}。MRIでは胸腺はどの年齢でもT1強調像で均一な、筋肉よりやや高い信号を、T2強調像では比較的高信号を呈する^{4, 5)}。CTでの胸腺の評価には大血管との区別が必要であり、造影剤の投与を要する場合もある。成人での検討も含めた報告ではMRIの方がCTより容易に胸腺を認識できるとしている⁸⁾。

嚢胞性病変 CT vs. MRI

嚢胞性病変には胸腺嚢胞(thymic cyst)、気管支嚢胞(bronchogenic cyst)、食道重複症(esophageal duplication)、リンパ管腫(lymphangioma)などが認められる。これらの疾患でCT vs. MRIを検討する。なお、疾患の詳しい説明は他の成書を参照してほしい。

胸腺嚢胞(thymic cyst)：

CTでは通常、水と同じ吸収域の薄い壁の嚢胞として描出される。ときに、出血を伴うことがあり、吸収域が水より上昇する⁸⁾。しかし、この場合でも造影することで診断可能である。MRIではT1強調像で低信号、T2強調像で高信号を呈するが、内部に出血が生じるとT1強調像で高信号を呈するようになる^{7, 8)}。

気管支嚢胞(bronchogenic cyst)：

CTでは水と同じ吸収域を呈するが、粘液様物質などを含むと吸収域が上昇する⁴⁾。MRIではT1強調像で低信号、T2強調像で高信号を呈するが、T1強調像では蛋白成分が多いと信号強度が高くなる^{4, 9, 10)}(Fig.2)。

食道重複症(esophageal duplication)：

CTでは食道に近接して低吸収域の嚢胞を認める。MRIではT1強調像で低～中間信号、T2強調像で高信号を呈する嚢胞を認めるが、血液や脂肪が含まれるとT1強調像で高信号を呈する

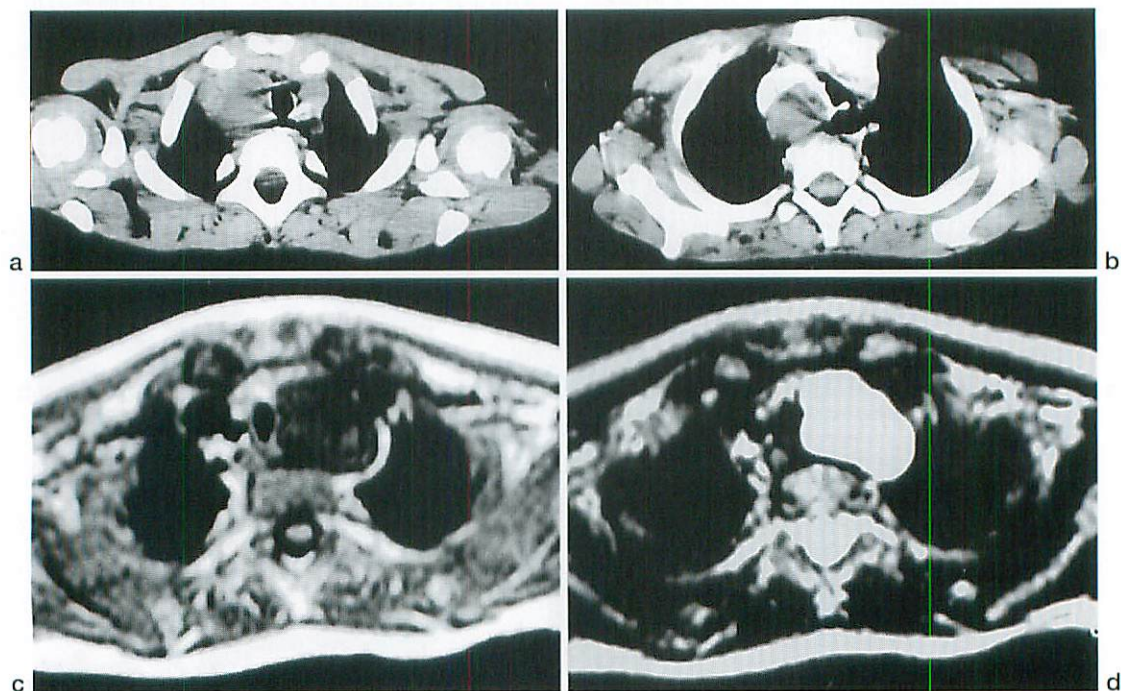


Fig.2 Bronchogenic cyst in a one-year-old boy

a : Unenhanced CT shows a low density mass at rt. paratracheal region.

b : Enhanced CT shows that the mass is not enhanced.

c : Axial T1 weighted image (750/15) shows a well circumscribed heterogeneous low intensity mass at rt. paratracheal region.

d : Axial T2 weighted image (5000/112) shows that the mass is high intensity equal to that of water.

ようになる⁴⁾ (Fig.3).

リンパ管腫 (lymphangioma) :

CT, MRIとも多房性囊胞性腫瘍像を呈する。CTでは水と同じ吸収域を呈するが、出血を伴うと吸収域が上昇する。MRIにおいてはT1強調像では筋肉と同じかやや低い低信号を呈するが、出血を伴うと高信号を呈する。T2強調像では高信号を示し、内部に特徴的な隔壁構造が認められる^{4, 11, 12)} (Fig.4)。周囲組織との関係や病変の進展範囲の把握はMRIの方が優れている⁴⁾。

以上の囊胞性疾患でのCT, MRIの検討では単純CTやMRI T1強調像では出血や蛋白質含有量が多いときには通常の囊胞像を呈さない場合があるが、この場合でもMRI T2強調像では囊胞像を呈することがわかる。造影を行うと、CT, MRIいずれも囊胞性病変の診断が可能である。造影剤を使用しないでも診断可能な点で若干MRIの方がCTより優れているが、あまり大きな差はないように思われる。

充実性病変 CT vs. MRI

充実性病変としては胚細胞腫瘍 (germ cell tumor), 悪性リンパ腫 (malignant lymphoma), 神経節由来の腫瘍, リンパ節腫大などが挙げられる。これらの疾患でCT vs. MRIを検討する。

胚細胞腫瘍 (germ cell tumor) :

奇形腫(teratoma), 精上皮腫(seminoma), 胎児性癌(embryonal carcinoma), 卵黄囊癌(yolk sac carcinoma), 絨毛癌(choriocarcinoma)やこれらが混在する混合性胚腫瘍 (mixed germ cell tumor) が認められる。

奇形腫のCTでは脂肪, 囊胞, 軟部組織, 石灰化を含む不均一な像を呈する^{13, 14)}。MRIでも脂肪, 囊胞, 軟部組織, 石灰化を含む不均一な像を呈するが、微小な石灰化は描出できない (Fig.5)。MRIがCTに付加する情報は無いとする意見もある^{14, 15)}。

精上皮腫のCTでは軟部組織とほぼ同じ吸収域の均一な腫瘍像を示し、軽度の造影効果を伴う¹³⁾。

他の胚細胞腫瘍のCTでは腫瘍は大きく、出血や壊死を伴う不均一な像を呈し、ときに近接する肺実質との境界の不整像を呈し、浸潤が認められる¹³⁾。MRIでのまとまった報告はないが、CTと同様に内部は不均一、境界は不明瞭で、縦隔脂肪織に浸潤し、既存構造を圧排する

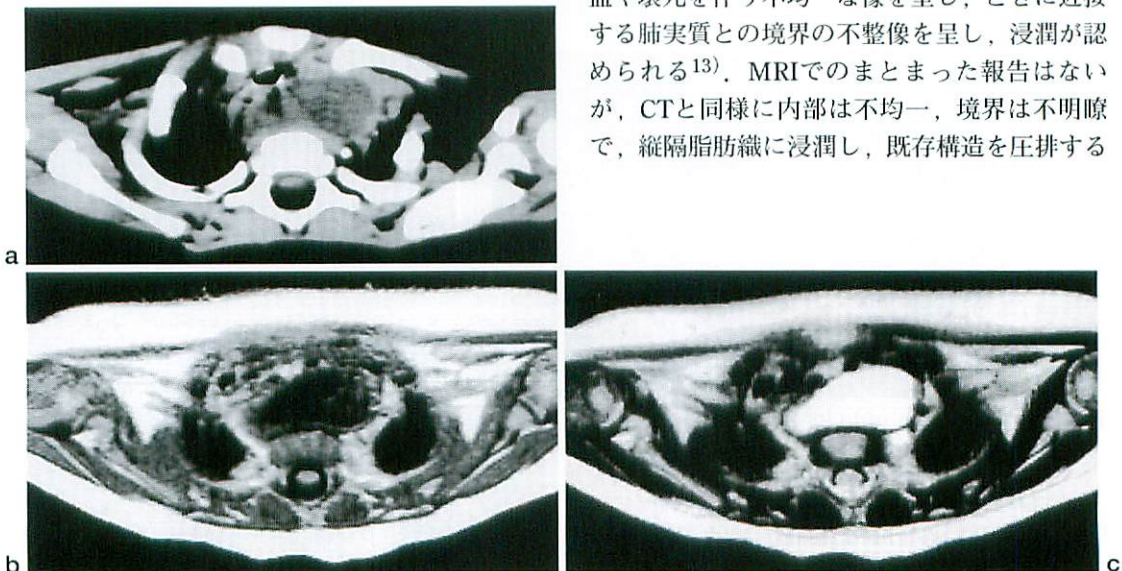


Fig.3 Esophageal duplication cyst in a 10-month-old boy

a: Unenhanced CT demonstrates a heterogeneous low density mass. The mass compresses the trachea.

b: Axial T1 weighted image (550/20) shows a low intensity mass.

c: Axial T2 weighted image (3000/110) shows a high intensity mass equal to water intensity. (from ref.29 with permission).

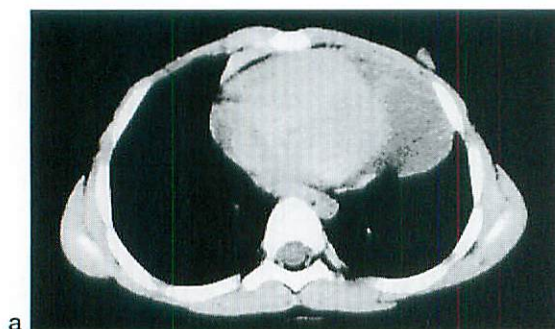
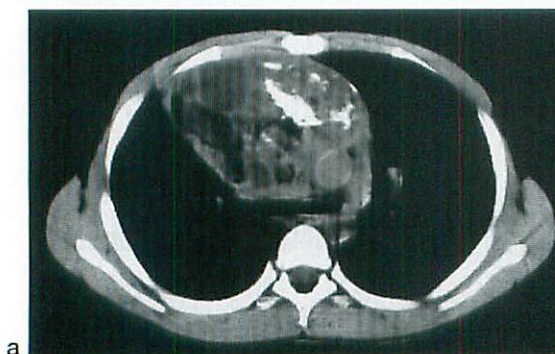
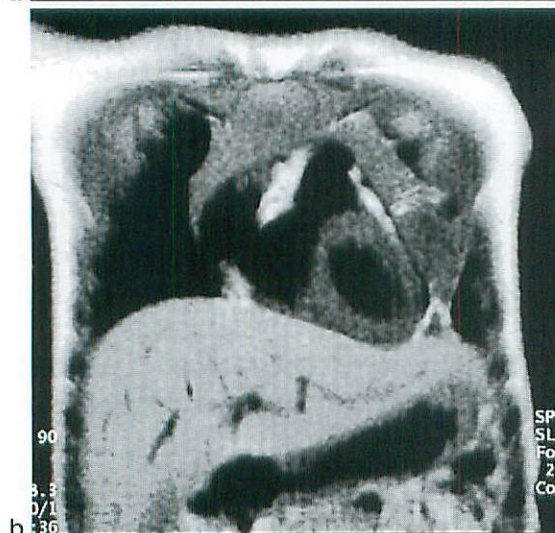
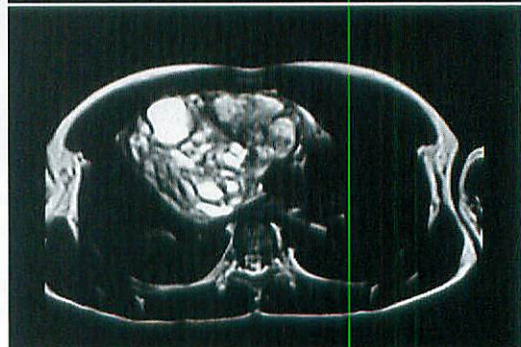


Fig.4 Lymphangioma in a 3-year-old girl

- a: The low intensity mass was seen near the heart on unenhanced CT. Density of the mass is higher than water density.
 b: Coronal T1 weighted image (548.3/15) demonstrates a low intensity mass below the thymus. The intensity of the mass is equal to that of lt. ventricular muscle.
 c: Coronal T2 weighted image (3754.2/90) shows a high intensity mass equal to that of water.



- Fig.5 Mature teratoma in a 10-year-old boy**
 a: The heterogeneous soft tissue density mass containing fat and calcification is seen at anterior mediastinum on unenhanced CT.
 b: Axial T1 weighted image (500/9) shows a heterogeneous intensity mass at anterior mediastinum. Fat is hyperintense and cystic lesion is hypointense.
 c: Axial T2 weighted image (4137/88) shows a heterogeneous intensity mass. Cystic lesion is water intensity (from ref. 29 with permission).



腫瘍像を呈する²⁾。

悪性リンパ腫 (malignant lymphoma) :

非ホジキンリンパ腫(non-Hodgkin lymphoma, NHL)とホジキンリンパ腫(Hodgkin lymphoma, HL)とに分けられる。前者のうち縦隔に病変が認められるものはlymphoblastic NHLがほとんどである。

NHLのCTでは胸腺の著明な腫大を認め、内部に壊死や嚢胞を伴う不均一な像を呈する。また、縦隔、肺門のリンパ節腫大もよく認められる所見である^{16, 17)}。悪性リンパ腫でのまとまった報告は少ないが、MRIでも同様に胸腺の内部に壊死を伴う著明な腫大が認められる。T1強調像で筋肉よりやや高い中間信号、T2強調像で高信号を呈する^{2, 4)} (Fig.6)。

HLでは胸腺浸潤が約半数に認められ、ほとんどの例でリンパ節腫大を認める。CTでは腫

大した胸腺やリンパ節は比較的均一な像を呈する¹⁸⁾。個々のリンパ節病変はNHLより明瞭である¹⁶⁾。MRIではT1強調像で低信号、T2強調像で高信号を呈するが、T2強調像で低信号が優位な場合や低信号と高信号が混在する場合があり、T2強調像の低信号は間質の線維成分を示していると推察されている^{19, 20)}。

悪性リンパ腫は主として化学療法が施行されるため、治療後の評価は重要である。治療後も腫瘍が残存する場合は残存腫瘍、再発腫瘍、線維化の区別はCTでは困難である^{20, 21)}。一方、MRIでは線維化がT1強調像、T2強調像ともに低信号を呈するために、線維化との区別には有用である。しかし、T2強調像で高信号を呈する場合は残存腫瘍、肉芽組織、早期の線維化の区別は困難である²⁰⁾。

神経節由来の腫瘍 :

神経芽腫(neuroblastoma)、神経節芽腫(ganglioneuroblastoma)、神経節腫(ganglioneuroma)が認められる。

神経芽腫のCTでは軟部組織とほぼ同じ吸収域を呈する腫瘍で、90%に石灰化を認め、約15%は脊柱管内に進展する⁴⁾。MRIではT1強調像では低信号、T2強調像では高信号を呈するが、い

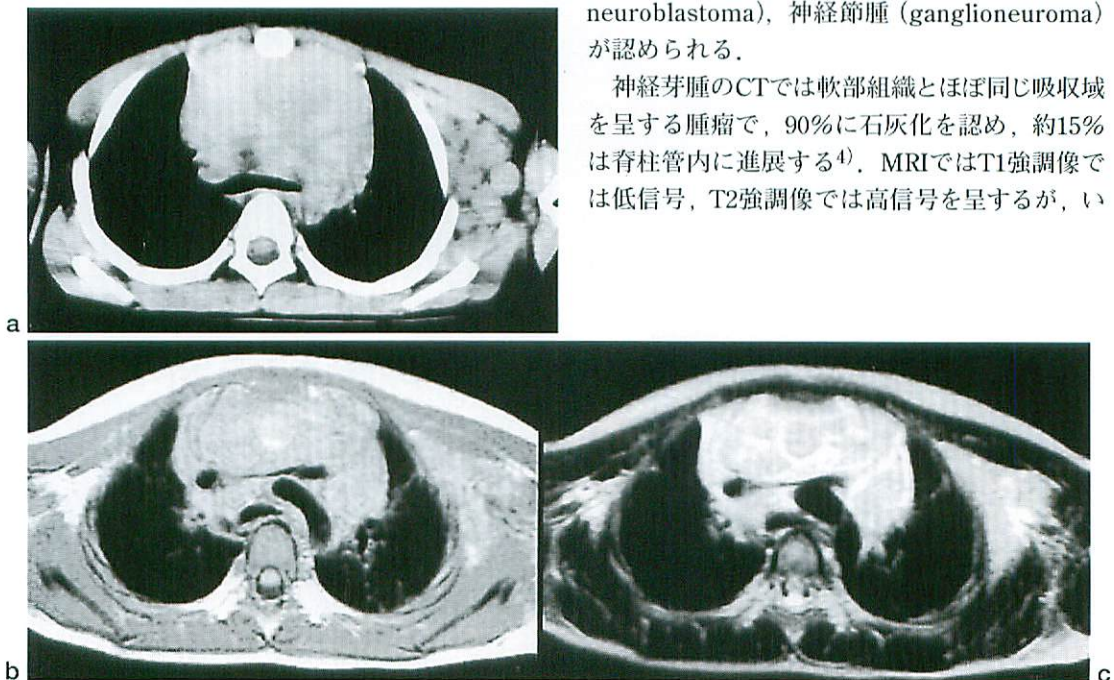


Fig.6 Malignant non-Hodgkin lymphoma in a 5-year-old boy

- a : Unenhanced CT demonstrates a huge mass at anterior mediastinum. The mass contains small low density area and compresses the trachea and bilateral main bronchi. Note multiple left axillary lymph node involvement.
- b : Axial T1 weighted image (1028.2/15) shows a huge heterogeneous low intensity mass at anterior mediastinum. Note compression of the lt.brachiocephalic vein by tumor.
- c : Axial T2 weighted image (3672.8/90) shows a huge heterogeneous high intensity mass with slightly low intensity area (from ref.29 with permission).

ずれも不均一な像となる。造影でもびまん性の不均一な造影効果を示す^{2, 22)} (Fig.7)。神経節芽腫は神経芽腫よりやや高い年齢に認められるが、CT、MRI所見は神経芽腫と似た像を呈する⁴⁾。神経節腫のCTは神経芽腫と類似しているが、石灰化の頻度が約20%と低い²³⁾。MRIではT1強調像で比較的均一な中間信号を、T2強調像では不均一な高信号を呈する²⁴⁾。MRIでは石灰化の描出率が低いという欠点があるが、腫瘍の脊柱管内進展や椎体の骨髄転移が容易に評価でき、CTより有用な検査と考えられる^{2, 4)}。また、少数例での検討であるが、神経芽腫では前述した点に加え、リンパ節や胸壁浸潤の評価

にもMRIがCTより有用とする報告もある²⁵⁾。

経過観察にCT、MRIのいずれを用いるのが良いかについての報告はないが、治療前の評価にはMRIの方が有用とする報告が多く、特に脊柱管内に進展した腫瘍の治療後の評価や椎体の骨髄転移の検出が容易な点を考えるとMRIの方が有用ではないかと思われる (Fig.8)。少なくとも、治療前に脊柱管内に腫瘍が存在する場合はMRIを主に用いて治療中や後の経過観察を行う方が良いように思われる。

リンパ節腫大 (lymphadenopathy) :

小児における縦隔リンパ節腫大の主な原因は肉芽腫とリンパ腫である。CTでは軟部組織と同

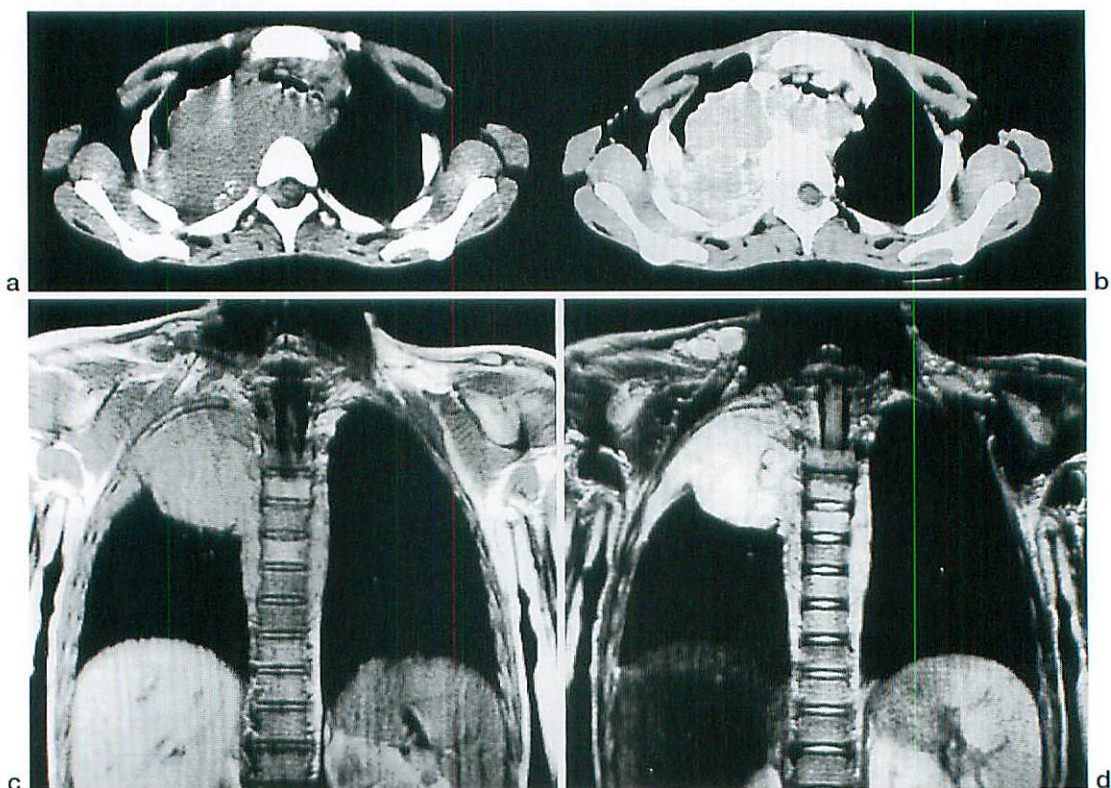


Fig.7 Neuroblastoma in a 4-year-old boy

- a : Unenhanced CT shows a huge low density mass with calcification. Note severely compressed trachea and tumor extension to spinal canal.
- b : The huge mass is moderately enhanced on enhanced CT.
- c : Coronal T1 weighted image (550/20) shows a huge low intensity mass at posterior mediastinum extending along chest wall. Note left paravertebral lesion and intraspinal extension of tumor. Another important finding is that the lower thoracic bone marrow shows low intensity, that indicates bone marrow metastasis.
- d : Coronal T2 weighted image (1769/80) demonstrates a huge high intensity mass at posterior mediastinum with intraspinal extension. Lower thoracic bone marrow shows high intensity.

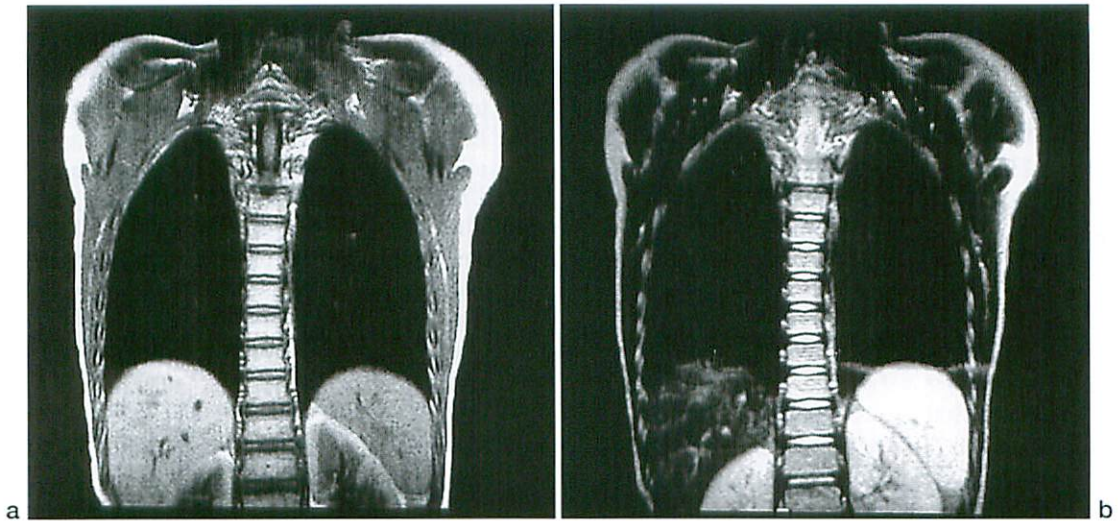


Fig.8 Neuroblastoma in a 6-year-old boy after chemotherapy (same patients as fig.7)

- a: Coronal T1 weighted image (786/20) demonstrates no residual tumor. Note lower thoracic bone marrow intensity became normal.
 b: Coronal T2 weighted image (2113/100) shows no residual tumor and no bone marrow metastasis.

じ吸収域を示す。MRIではT1強調像で筋肉よりやや高い信号、T2強調像で高信号を呈し、CT、MRIともに石灰化や壊死を含む場合は不均一な像を呈する。良悪性の鑑別はいずれのモダリティでも困難であるが、石灰化を伴う場合は肉芽腫によるリンパ節腫大の可能性が高く、この点でCTの方が有用である^{2, 26)}。

以上、充実性腫瘍におけるCT vs MRIでは神経節由来の腫瘍を除いて、MRIはCTと同等かやや劣るとする報告が認められる^{26, 27)}。初診時の検査では神経原性由来の腫瘍を除いてCTが有用と思われるが、治療中や治療後の評価にはMRIの方が有用な例も少なくない。

まとめ

今回のCT vs MRIの検討では嚢胞性病変においてはMRIの方がCTと同等かやや有用であるが、充実性病変では神経原性腫瘍以外はCTの方が有用と考えられた。また、悪性腫瘍の経過観察にはMRIの方がやや有用と思われる。

実際の臨床の現場では患児の状態や安全性といった問題の方が優先される場合が多い。MRIでは検査時間が長く、モニターの使用が制限されるといった制約があるのも事実であり、オー

ブンタイプのMRIでない限り患児の直接の観察も行いにくい。一方、ヘリカルCTやマルチスライスCTの普及により、検査時間が短縮され、眠剤の使用頻度が少なくなり、また、眠剤を使用してもモニターの使用も可能であることを考えると、造影剤の使用が必要であってもCTの方が有用な患児も少なくない。さらに、MRIの独壇場であった三次元画像も可能になっており、この点でもMRIとの差はなくなっている。しかし、CTにおいては被曝の問題を考慮しなくてはならない。成人に比べ被曝の影響が重大であり、(胸部CTでの評価ではないが)小児期の頭部または腹部CTで将来的に1,200人に1人が癌で死亡するという報告もある²⁸⁾。大まかな評価であるので、数字をそのまま受け取ることではできないが、CTの使用頻度が増加してきていることも事実であり、マルチスライスCTでは今まで以上に容易に検査が可能であるので、成人より撮影条件を下げるなどの被曝に対する十分な配慮が必要なことは確かである。この点を考慮すると、診断能がほぼ同等であれば、経過観察にはCTの回数を減らし、MRIを主に用いることも考える必要がある。このように、一概にいずれのモダリティの方が有用であるかを決定するこ

とは難しく、個々の症例によって異なることが多い。現段階ではCT、MRIともにいずれが優れているかの十分な評価はできていないようで、両者の特性に応じて相補的に用いられるを得ない。重要なことは患児の病気や状態に応じて、いずれのモダリティを中心にするかを適切に選択することと思われる。

●文献

- 1) 片田和廣：マルチスライスCTの基礎と特徴。臨床画像1999；17：248-257.
- 2) Siegel MJ, Molina PL：Respiratory system. Magnetic resonance imaging of children. Edwards MK. Ed by Cohen ME, Philadelphia, B.C. Decker, 1990, p585-609.
- 3) George BS III：Pediatric thoracic applications of magnetic resonance imaging. J thorac imag 1989；4：51-57.
- 4) Meza PM, Benson M, Slovis TL：Imaging of mediastinal masses in children. Radiologic clinics of North America 1993；31：583-604.
- 5) de Geer G, Webb WR, Gamsu G：Normal thymus：assessment with MR and CT. Radiology 1986；158：313-317.
- 6) Siegel MJ, Glazer HS, Wiener JL, et al：Normal and abnormal thymus in children：MR imaging. Radiology 1989；172：367-371.
- 7) Molina PL, Siegel MJ, Glazer HS：Thymic masses on MR imaging. AJR 1990；155：495-500.
- 8) Brown LR, Aughenbaugh GL：Masses of the anterior mediastinum：CT and MR imaging. AJR 1991；157：1171-1180.
- 9) Hellund GL：Respiratory system. Practical pediatric imaging (3ed), Ed by Kirks DR, Griscom NT. Philadelphia. Lippincott-Raven, 1998, p772-797.
- 10) Nakata H, Egashira K, Watanabe H, et al：MRI of bronchogenic cysts. J Comput Assist Tomogr 1993；17：267-270.
- 11) Castellote A, Vazquez E, Vera J, et al：Cervicothoracic lesions in infants and children. Radiographics 1999；19：583-600.
- 12) Siegel MJ, Glazer HS, St Amour TE, et al：Lymphangioma in children：MR imaging. Radiology 1989；170：467-470.
- 13) Rosado-de-Christenson ML, Templeton PA, Marton CA：Mediastinal germ cell tumors：radiologic and pathologic correlation. Radiographics 1992；12：1013-1030.
- 14) Moeller K, Rosado-de-Christenson M, Templeton PA：Mediastinal mature teratoma：imaging features. AJR 1997；169：985-990.
- 15) Lee KS, Im JG, Han CH, et al：Malignant primary germ cell tumors in the mediastinum：CT features. AJR 1989；153：947-951.
- 16) White KS：Thoracic imaging of pediatric lymphomas. J thorac imag 2001；16：224-237.
- 17) Hamrick-Turner JE, Saif MF, Powers CI, et al：Imaging of childhood non-Hodgkin lymphoma：assessment by histologic subtype. Radiographics 1994；14：11-28.
- 18) Luker GD, Siegel MJ：Mediastinal Hodgkin disease in children：response to therapy. Radiology 1993；189：737-740.
- 19) Nyman RS, Rehn SM, Glimelius BLG, et al：Residual mediastinal masses in Hodgkin disease：prediction of size with MR imaging. Radiology 1988；170：435-440.
- 20) Elkowitz SS, Leonidas JC, Lopez M, et al：Comparison of CT and MRI in the evaluation of therapeutic response in thoracic Hodgkin disease. Pediatr Radiol 1993；23：301-304.
- 21) Bayer E, Mathew P, Jasty R, et al：Anterior mediastinal mass in childhood non-Hodgkin lymphoma：dilemma of post-therapy imaging. Med Pediatr Oncol 2000；34：157-161.
- 22) Sofka CM, Semelka RC, Kelekis NL, et al：Magnetic resonance imaging of neuroblastoma using current techniques. Magnetic resonance imaging 1999；17：193-198.
- 23) Schulman H, Laufer L, Barli Y, et al：Ganglioneuroma：“incidentaloma” of childhood. Eur Radiol 1998；8：582-584.
- 24) Sakai F, Sone S, Kiyono K, et al：Intrathoracic neurogenic tumors：MR-pathologic correlation. AJR 1992；159：279-283.
- 25) Slovis TL, Meza MP, Cushing B, et al：Thoracic neuroblastoma：what is the best imaging modality for evaluating extent of disease？Pediatr Radiol 1997；27：273-275.
- 26) Merten DF：Diagnostic imaging of mediastinal masses in children. AJR 1992；158：825-832.
- 27) Siegel MJ, Nadel SN, Glazer HG, et al：Mediastinal lesions in children：comparison of CT and MR. Radiology 1986；160：241-244.
- 28) Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, et al：Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. AJR 2001；176：289-296.
- 29) 金川公夫：小児胸郭内腫瘍のMRI鑑別診断のポイント。日小放誌 2001；17：22-31.