

特集 胸部疾患の画像診断法－モダリティの比較－

1. 気道病変：CT vs. Bronchoscopy (BS)－CT側から

藤田和俊，相田典子

神奈川県立こども医療センター 放射線科

Airway Evaluation Using Multi-slice Computed Tomography in Infants and Children

Kazutoshi Fujita, Noriko Aida

Department of Radiology, Kanagawa Children's Medical Center

Abstract

Accurate evaluation of the airway in infants and children requires high spatial and temporal resolution to demonstrate focal morphological and dynamic abnormalities. Single-slice computed tomography (SSCT) has certain limitations to evaluate pediatric chest because many children cannot hold their breath. Multi-slice CT (MSCT) has given us the possibility of pediatric airway evaluation since a major advantage of MSCT is ability of scanning a large longitudinal volume with high resolution and low image artifacts in shorter examination time. In this paper, we describe the usefulness and limitations of clinical application of MSCT for the evaluation of the airway in infants and children. We find MSCT is useful to know the relationship between airway and surrounding structures including abnormally located vessels. However, careful interpretation by knowing patient's respiratory motion artifact is necessary for accurate diagnosis.

Keywords: Computed tomography, Trachea, Infants and children

気道病変の評価には，気管支鏡がgold standardと考えられている。しかし，小児の気管支鏡検査は大人と比べはるかに少なく，年齢が小さくなる程，少ない傾向がある。これは，体格の小さい小児では手技が難しく局所麻酔下では検査の施行ができない，さらに，気管支鏡が適応されるのは，通常患児の状態が悪い時であるという事情がある。

従って，これまでも気管支鏡に比して簡便なCTの利用が考えられてきた^{1, 2, 3)}。しかし，吸気と呼気のサイクルがあるため，気道病変の評価には呼吸動態が大きく影響し必ずしも容易ではなかった。Multislice helical CT (以下MSCT)の出現により，広範囲を短時間で撮影することが

可能となり，呼吸による体動の影響を比較的受けにくくなったため，気道病変の評価にMSCTの応用が期待されている。しかし，MSCTによる小児気道病変の評価の報告はまだほとんど認められない。神奈川県立こども医療センターは，2001年2月より，MSCT東芝Aquilion 4 検出器を導入し小児に応用してきた。今回の特集では，当センターの経験した症例を呈示し，MSCTによる小児気道病変の評価について，その使用方法，有用性，限界について考察する。

症例呈示

1. 外因性気管軟化症（左肺動脈右肺動脈起始症）（症例1）

日齢2日, 男児, 生直後より, 強い呼吸障害があり, 挿管される. 気管支鏡で, 拍動を伴う強い狭窄を認め, CTが施行された.

撮影は, 挿管下で加圧時(30cmH₂O)と非加圧時に撮影が行われている. 加圧時に撮影された単純CT(Fig.1a)では, 気管は, 開存しているのがわかるが, 非加圧時に撮影された胸部造影CT(Fig.1b)では, 気管は強い狭窄を示し, 内腔はほとんど確認できない. 最狭窄部を取り囲むように血管構造が認められる. 右肺動脈から起始した左肺動脈であり, 狭窄の原因は, 左肺動脈右肺動脈起始症(pulmonary sling)と診断でき, いわゆるring-sling complexであることがわかる. 左肺動脈右肺動脈起始症は, 気管軟化症を合併することがあり, 重症例の場合, 一期的手術が必要なこともある. 気管軟化症の診断は, 呼吸時の気管の虚脱を透視や気管支鏡で確認して診断するが, 本症例のように加圧時と非加圧時に撮影を行えば, 十分にCTでも診断可能である. また, CT横断像でも, 気管の狭窄の程度や範囲の評価は可能であるが, 提示したような3D画像(Fig.1c, d)を用いることにより, 非加圧時と加圧時の気管形態の違い, 気管の狭窄部位および狭窄の長さを評価可能である. 肺動脈と気管の3D画像(Fig.1e)では, 異常血管との位置関係の把握が容易であり, 手術のプランニングにも有用である. この点は, 気管支鏡検査では難しいと考えられ, CTの長所と考えられる.

2. 内因性(器質性)気管狭窄 (症例2)

月齢1ヵ月の男児, 突然の呼吸困難により, 挿管管理中, 気管支鏡にて強い気管狭窄を認め, CTが施行される.

撮影は, 挿管下, 加圧時と非加圧時で行った. 非加圧時の撮影(Fig.2a)では, 上部気管に強い狭窄を認める. 加圧時には, 強い狭窄を示した部位はわずかに太くなる(Fig.2b). また, 周囲には, 気管を圧排するような異常構造は認められず, 内因性気管狭窄と考えられる. 3D画像(Fig.2c, d)にすると全体の把握が容易となる.

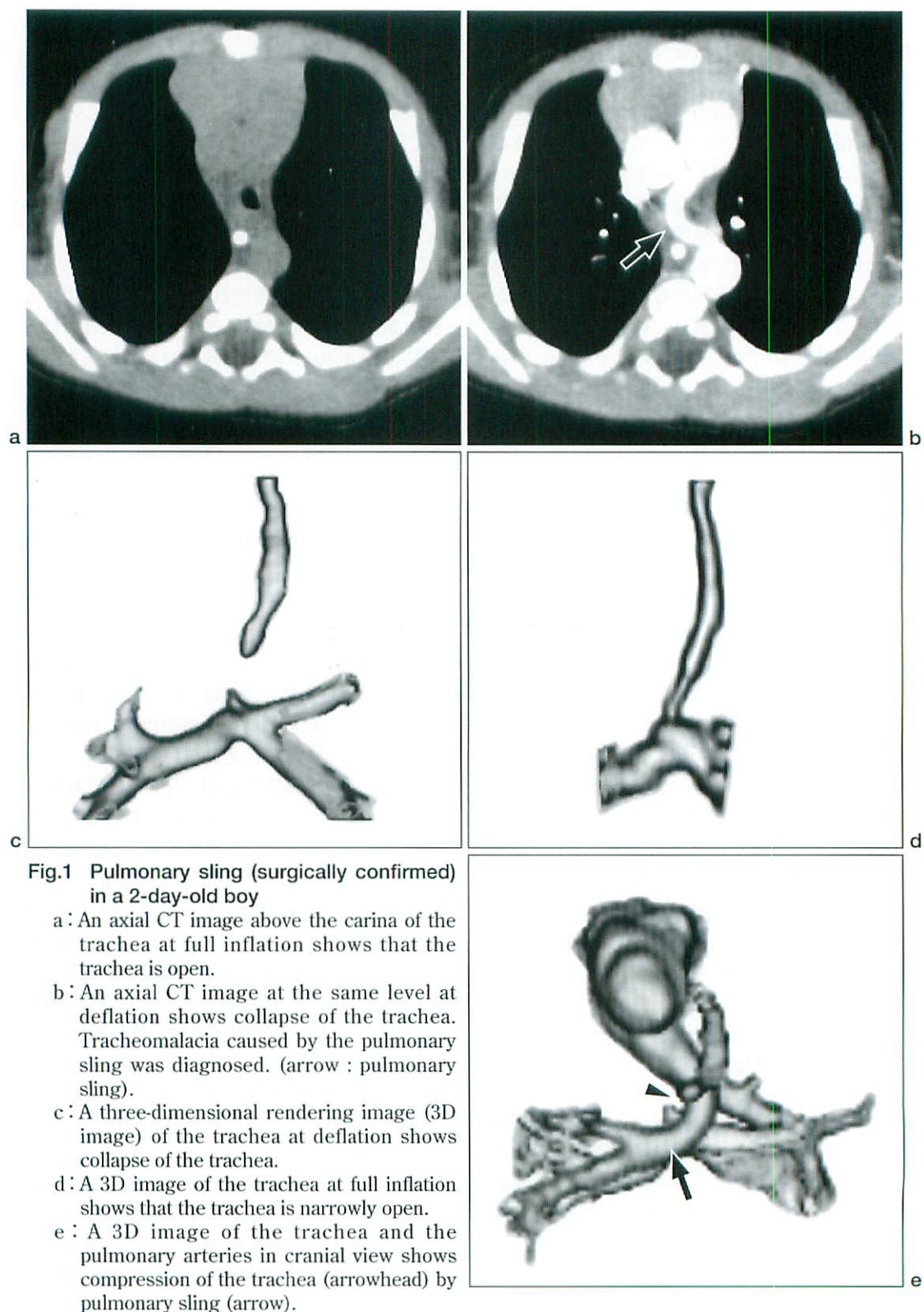
上記の2例は, 条件が良く気管の評価が可能であったものである. 次に条件が悪く, 評価が出来ない症例を呈示する.

3. 条件が悪く評価が難しい症例 (症例3)

月齢3ヵ月の男児, 生後2日のCTでRight circumflex aortic arch with aberrant left subclavian arteryを指摘されている. このときのCTでは気管の狭窄は認められない. 退院後状態は安定していたが, 突然呼吸困難となり入院. 気管の評価のため, CT施行される. CT施行時, 呼吸は速く不整であった.

本症例は, 大きな心室中隔欠損があり, その結果と考えられる両側肺動脈の拡張を認める(Fig.3a). 両側肺動脈レベルで, 主気管支は細く見え(Fig.3b), 両側肺動脈の拡張に伴う気管支狭窄のように見える. また, MPRによる矢状断像(Fig.3c)にすると, 矢印の部位で狭窄して見える. しかし, これらの所見は, CT上有意とは断定してはいけない所見である. 理由の第一は, 強い呼吸のアーチファクトが認められるからである. 胸壁の3D画像と前述のMPR画像を比べる(Fig.3d)と, 気管が狭窄して見える部位は, 丁度呼吸による胸壁の動きが入っている部位であることがわかる. 第二に, 吸気と呼気で比べていないからである. Sternらによれば, 正常気管であっても, 呼気終末と吸気終末では, 前後径で平均32%, 横径で平均13%, 面積で平均35%変化すると報告されている. よって, 本症例では両側主気管支が細く見えるが, 撮影のタイミングがたまたま呼気で細く見えるときに撮影されている可能性も考えられるのである.

上記のような息止めができない小児の場合, CTで正確な気道の評価を行うには, 挿管またはマスク換気が必要であるが, 小児画像検査に積極的に麻酔科の関与することのほとんどない日本の現状ではなかなか難しいのが現実である. しかし, 落ち着いた呼吸で撮影された場合には, 限界はあるもののある程度の気道の評価は可能であると考えられる. ただし, 呼吸のアーチファクトがかかった部位の気道評価はできないことを理解した上で読影を行う必要がある. 残念ながら, 現状では呼吸による動きが撮影中のどの部位で入ってくるかを予想することはできない. 将来的には呼吸同期システムの開発などで, 安静呼吸下での診断精度が向上する可能性は残されている.



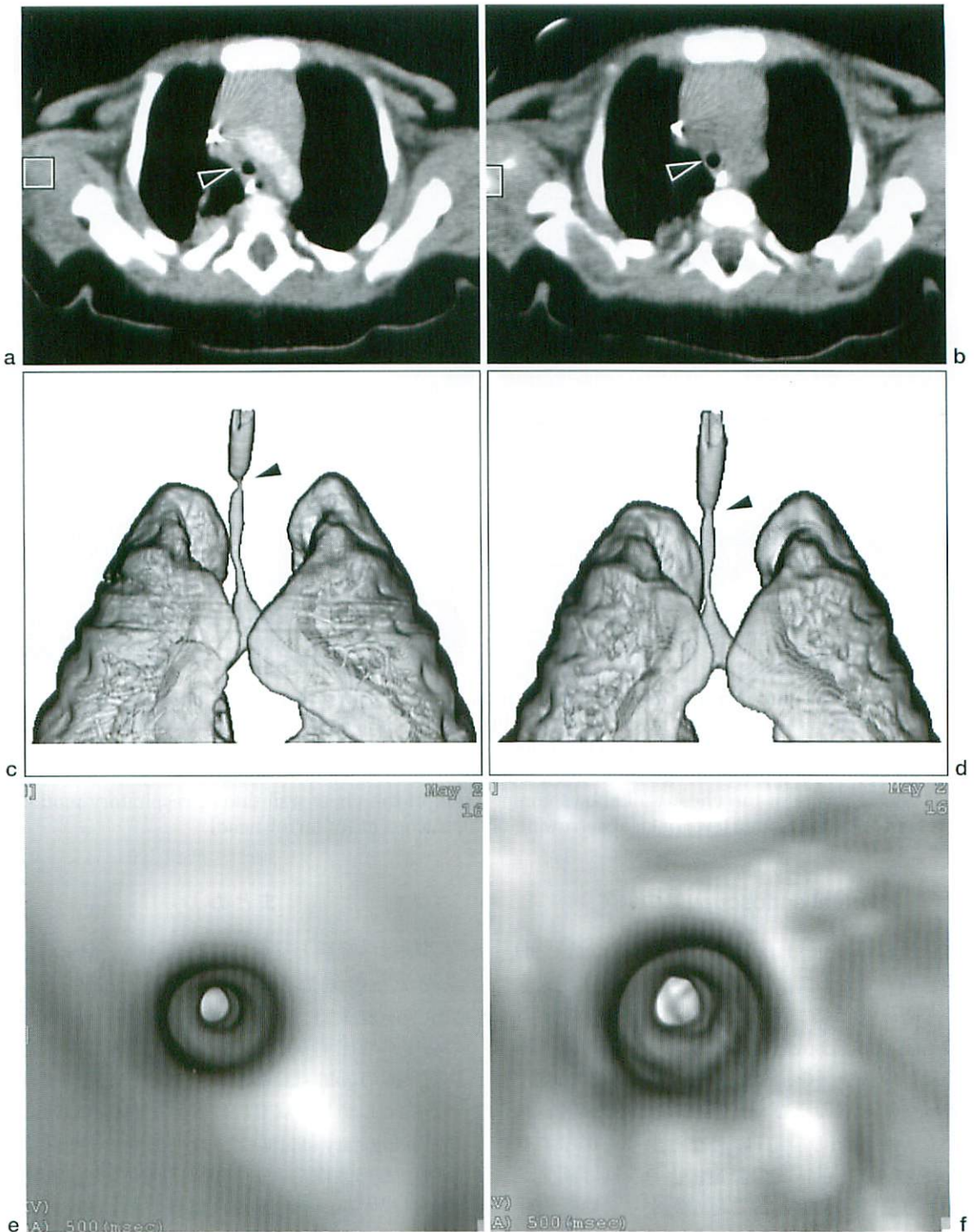


Fig.2 Congenital tracheal stenosis in a 1-month-old boy

- a : An axial CT image at deflation shows severe tracheal stenosis (arrowhead).
- b : An axial CT image at full inflation shows slight dilatation of the trachea as compared to at deflation (arrowhead).
- c, d : 3D images of the trachea show severe stenosis (arrowhead) of the trachea at deflation (c) and slight dilatation (arrowhead) at full inflation (d).
- e, f : Virtual endoscopy images of the trachea reveal tracheal stenosis. But the images provide a different impression because of different threshold settings of two images. (e : window level 0, window width 512, f : window level 206, window width 556)

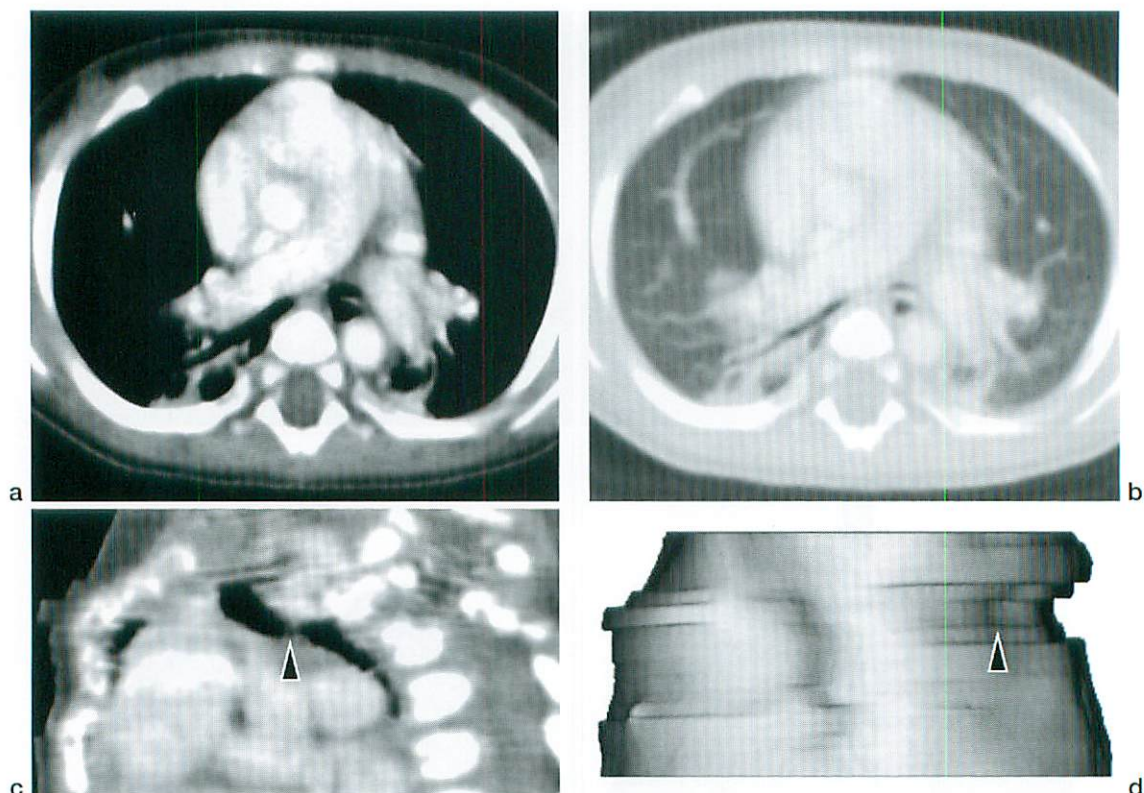


Fig.3 Right circumflex aortic arch with aberrant left subclavian artery in a 3-month-old boy

a : An axial CT image below the carina shows dilatated bilateral main pulmonary arteries.

b : A lung window image at the same level suggests narrowing of the bilateral main bronchus.

c : A sagittal multiplanar image shows focal stenosis of the trachea (arrowhead).

d : A 3D image of the chest wall shows compression of the chest wall due to respiratory motion artifact at the same level of focal narrowing of the trachea in (c) (arrowhead).

Virtual endoscopyについて

大量のvolume dataが得られることから、3D画像の一つとして、Virtual endoscopyを作成することができる。症例2の気管狭窄の加圧時Virtual endoscopy画像を提示する(Fig.2e)。画像は、最狭窄部を頭側から見ている画像である。Window levelおよびwindow widthの設定(いわゆるthresholdの設定)の異なる画像を提示する(Fig.2f)。Thresholdの設定により、同じ画像がかなり異なって見えることがわかっていただけたと思う。つまり、thresholdの設定を変えればいくらでも画像が人為的に作れるわけで、気管腔表面の評価には慎重でなければならない。以上のことを踏まえ当院では、基本的にはVirtual endoscopyでの気道評価は行っていない。

まとめ

当院での経験と文献的考察を加え、MSCTの立場からの気道の評価について記載した。MSCTの普及で、小児領域の気道の評価にCTの利用が増加すると考えられる。ただし、気道病変診断のgold standardは依然として気管支鏡である。しかし、病変の位置、範囲の評価ならびにpulmonary slingのような外因性の気管狭窄における周囲構造との関係の診断にCTは有用性を発揮する。そのような場合でも、撮影には適切な条件設定が必要であり、条件が悪いと診断的価値がないばかりか、患児に無駄な被曝を強いることになる。

以上のことを念頭に置いてCT上で気道評価を行う必要があり、本特集のタイトルは、気道

の評価：CT versus Bronchoscopyではあるが、実際の臨床現場での小児気道の評価は、CT versus Bronchoscopyではなく、お互いを補う“together with” でなければならないと考える。

●文献

- 1) Brody AS, Kuhn JP, Seidel FG, et al : Airway evaluation in children with use of ultrafast CT : Pitfalls and Recommendations. Radiology 1991 ; 178 : 181-184.
- 2) Brasch RC, Gould RG, Gooding CA, et al : Upper airway obstruction in infants and children : evaluation with ultrafast CT. Radiology 1987 ; 165 : 459-466.
- 3) Stern EJ, Graham CM, Webb WR, et al : Normal trachea during forced expiration : dynamic CT measurements. Radiology 1993 ; 187 : 27-31.