



## 胸部領域における 造影64列MDCTの有用性

藪内 英剛/松尾 芳雄/神谷 武志/瀬戸口太郎  
 畠中 正光/吉満 研吾/本田 浩 九州大学医学研究院臨床放射線科学分野  
 坂井 修二 九州大学医学研究院保健学部門  
 古屋 暁生 国立病院機構 福岡東医療センター放射線科

64列MDCTの出現により胸部CTにおいては、①高速撮影、②等方性ボリュームデータ、の大きく2つの恩恵が得られている。高速撮影により、呼吸停止時間の短縮、血管性病変の造影コントラスト増加の利点があり、肺動静脈分離画像、造影剤総量の低減なども可能となる。肺循環の平均時間は4～6秒とされており、真の全肺灌流画像を得ることは64列MDCTでも難しいが、肺動静脈分離画像を作成できるため、特に肺がんの術前情報として有用である。また、等方性ボリュームデータにより高精細な三次元再構成画像が得られ、特に細かな血管病変や支配血管の把握、びまん性肺疾患における病変と二次小葉の関連の正確な分析などに有用である。

本稿では、当院における胸部CT撮影プロトコルを紹介し、肺がん術前、肺動脈血栓症、気管支動脈塞栓術(BAE)前マッピング、新生児肺分画症、肺毛細血管腫症(pulmonary capillary hemangiomas)の画像を供覧しながら、診断における有用性について概説する。

### 造影64列MDCTが 有用な胸部疾患

造影64列MDCTが有用な胸部疾患として、肺動脈血栓、肺動静脈奇形、肺分画症などの血管性病変(特に細かな血管の描出)、肺がんの術前情報(肺動脈の走行異常の把握)、BAEの術前

マッピング(気管支動脈の本数、分岐部位、異所性分岐、走行の把握)などが挙げられる。造影MRAは被ばくがないという利点があるが、空間分解能で劣り、術前情報や細かな血管病変の把握では造影64列MDCTが有用と考えられる。

### 撮影プロトコルと 適応疾患

当院における心大血管を除いた胸部CT撮影プロトコルと適応疾患を以下に示す。

- ① 胸部+病変部高分解能CT(大部分の肺疾患)
- ② 胸部+全肺野高分解能CT(びまん性肺疾患が疑われる場合)
- ③ 肺転移検索(全肺野ヘリカルで3mm厚再構成)
- ④ 肺腫瘍術前ルーチン(肺がん術前)
- ⑤ 肺血管ルーチン(肺血管病変が疑われる場合)  
(必要に応じて腎～下肢のCT venographyを追加)  
当院では主に④、⑤や心大血管疾患に64列MDCTを使用している。

### CTPA + CTV

急性肺動脈血栓症の検査の第一選択はCT pulmonary angiography(CTPA)で、特にthin sliceで亜区域枝レベルまでの診断が可能である。最近

のMDCTを用いた肺動脈血栓の診断能は、肺動脈造影をゴールドスタンダードとした場合、亜区域枝までの血栓の診断能は16列MDCTで感度87%と報告されている。肺動脈血栓の原因として骨盤部や下肢静脈の血栓が疑われる場合は、CTPAに引き続いて造影後3～5分の静脈相に骨盤から下肢を追加撮影し、CT venography(CTV)を得ることも可能である。多施設によるPIOPE II studyの報告では、CTPAによる肺動脈血栓の診断能は感度83%、特異度96%、CTPAとCTVの組み合わせによる静脈血栓症の診断能は感度90%、特異度95%であった。

当院における撮影条件を表1に示す。CTPAでは肺尖部～肺底部を撮影範囲とし、造影法は造影剤100mLを3mL/sで注入し、20秒後に肺尖部から撮影を開始している。肺動脈の読影にはスライス厚2mmの再構成画像を使用する。CTVまで撮影する場合は、造影剤を150mLまで増量し、腎～下肢を3分後に撮影し、静脈の造影が良好であれば終了するが、一部不良であれば肺動脈血栓の影響で還流が遅い可能性があるため5分後の撮影も追加する。下肢静脈の読影にはスライス厚5mmの再構成画像を使用する。

また、必要に応じて読影ビューワ(Rapideye MSCT Solution:東芝社製)やAquariusNET(テラリコン社製)にてMPR像を作成している。0.5mmポ

表1 撮影条件(肺血管ルーチン, 肺血管ルーチン+下肢静脈, 胸部+病変部高分解能CT)

プロトコル名	肺血管ルーチン	肺血管ルーチン+下肢静脈	胸部+病変部高分解能CT
●撮影条件			
管電圧	120kV	120kV	120kV
管電流	V.EC	V.EC	V.EC
検出器の構成	0.5mm × 64 列	0.5mm × 64 列	0.5mm × 64 列
再構成スライス厚	2mm	肺 2mm, 下肢 5mm	5mm と 2mm
スキャン範囲	40cm	40cm, 90cm	40cm
スキャン時間 / 1 回転	0.5s/rot	0.5s/rot	0.5s/rot
ピッチ	53	53	53
スキャンに要する時間	7.5s	7.5s, 17s	7.5s
呼吸停止の有無	有	有, 無	有
●造影法			
造影剤濃度	300mgI	300mgI	300mgI
注入量	60mL	150mL	100mL
注入速度	3mL/s	3mL/s × 20s, 2mL/s × 45s	1.5mL/s
生食後押し	なし	なし	なし
撮影開始時間	1 相 : 20s	2 or 3 相 : 20s, 180s, ± 300s	1 相 : 80s
●最適造影剤の タイミング設定の有無	無	無	無
●読影条件			
三次元画像再構成法・ 表示法	必要に応じてMPR 作成	必要に応じてMPR 作成	
読影方法			
・液晶モニタ	EIZO RadiForce G31		
・画像表示ソフト	Rapideye + AquariusNET		
画像保管方法	PACS		

使用CT: Aquilion 64 (東芝社製)

表2 撮影条件(肺腫瘍術前)

●撮影条件		●最適造影剤の タイミング設定の有無	有
管電圧	120kV	●読影条件	
管電流	V.EC	三次元画像再構成法・ 表示法	必要に応じてMPR 作成
検出器の構成	0.5mm × 64 列	読影方法	
再構成スライス厚	5mm	・液晶モニタ	EIZO RadiForce G31
スキャン範囲	50cm	・画像表示ソフト	Rapideye + AquariusNET
スキャン時間 / 1 回転	0.5s/rot	画像保管方法	PACS
ピッチ	53		
スキャンに要する時間	9.4s		
呼吸停止の有無	有		
●造影法			
造影剤濃度	300mgI		
注入量	100mL		
注入速度	3.5mL/s		
生食後押し	なし		
撮影開始時間	2 相 : 肺動脈 ROI 140 と 50s		

使用CT: Aquilion 64 (東芝社製)

リュームデータは、読影医がチェックを入れない場合は3か月後に自動的に消去される設定にしており、研究用の画像は読影時にプロテクトをかけられるようにしている。

### 肺動静脈分離画像 (W.I.P.)

撮影条件を表2に示す。造影法は造影剤100mLを3.5mL/sで注入し、肺動脈にROIを置いてbolus tracking法にて140HU以上で肺尖部から撮影を開始

し、肺静脈～左心系～大動脈が造影される前に全肺の撮影を終了する。肺循環の平均は4～6秒で、64列MDCTによる全肺のスキャン時間が7～8秒であるため、肺尖部と肺底部では肺静脈の造影が異なる。当院でのpreliminary studyにて、3.5mL/sで注入した場合の肺動脈の平均ピーク時間より数秒前に相当するCT値を140HUと概算することにし、最近ではこの方法で撮影している。ほぼ全例で肺動脈、肺静脈間に明らかなコントラストが得られている。

肺動脈相に続けて、造影剤注入開始から50秒後より第2相を撮影すると大動脈相に相当するので、全肺の5mm厚再構成画像および病変部、縦隔リンパ節の2mm厚再構成画像は大動脈相のデータから作成している。



症例—1 右上葉肺がん術前 (図1)

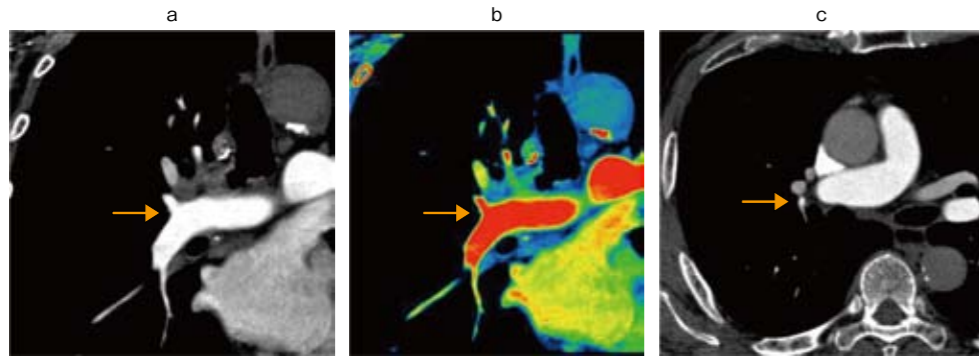
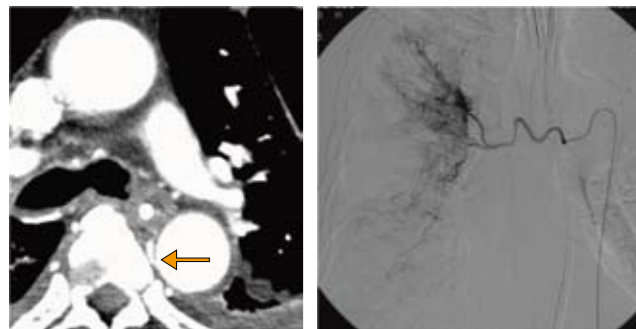


図1 症例1：右上葉肺がん術前 (右A<sup>2</sup>が上行型) (60歳, 男性)  
 a：胸部造影CT (肺腫瘍術前ルーチン, 肺動脈相)。冠状断MPR (2mm厚再構成)  
 b：AquariusNET上でカラー表示  
 c：肺動脈相。水平断 (2mm厚再構成)

症例—2 咯血に対するBAE術前マッピング (図2)



a：胸部造影CT (1mm厚再構成) b：右気管支動脈造影

図2 症例2：咯血に対するBAE術前マッピング (64歳, 男性)

症例提示

●症例1：右上葉肺がん術前 (図1)

60歳, 男性。右上葉肺がんに対する手術目的で入院。術前検査として胸部造影CT (肺腫瘍術前ルーチン) を施行した。

右肺上葉切除術前に把握すべき解剖として、葉間動脈から上行して分岐するA<sup>2</sup> (上行動脈) が存在するか否かという点がある。これにより、結紮するレベルを葉間動脈の遠位にするか近位にするかが変わるので重要である。

横断像にて動脈、静脈を中枢側に追跡することで上行動脈の有無は判定可能ではあるが、肺動脈相の撮影により肺動脈のみの追跡で上行型A<sup>2</sup> (→) を容易に判定できる。

●症例2：BAE術前マッピング (図2)

64歳, 男性。陳旧性肺結核、慢性膿胸にて経過観察中であったが、咯血にて緊急入院となった。BAEの依頼があり、術前精査目的にて胸部造影CT (胸部+病変部HRCT) を施行した。

thin sliceにて気管支動脈の本数、分岐部位、異所性分岐を、術前に把握することでカテーテル挿入までの時間が短縮でき、被ばくも低減できる。MPR, curved MPRなどを利用して、分岐角や方向も術前に把握できるためカテーテルの選択にも有用である。気管分岐部レベルの下行大動脈右側壁から分岐する気管支動脈 (←) を同定でき、カテーテル化が容易であった。

●症例3：肺動脈血栓症 (亜区域レベルの血栓) (図3)

74歳, 男性。左肺下葉の異常陰影の精査にて入院。胸部造影CT (肺腫瘍術前ルーチン) を施行した。

通常の5mm厚再構成画像 (図3 a) では指摘困難であったが、縦隔リンパ節精査用の2mm厚再構成画像 (提示なし) にて右中葉A<sup>5a</sup>内の血栓に気づいたため、0.5mmボリュームデータ (図3 b) を呼び出し、MPR像を読影端末上で作成した (図3 c)。A<sup>5a</sup>内の血栓 (図3 b→, 図3 c↓) が明らかである。そのほかの区域の亜区域枝にも多発血栓を認めた (図3 c↑)。左下葉の結節影はその後縮小し、肺梗塞と考えられた (提示なし)。

●症例4：新生児肺葉外分画症 (図4)

2生日, 男児。出生前超音波検査にて、右胸水と右肺分画症が疑われた。生後2日に胸部造影CTを施行した。

3mm厚再構成の横断像 (図4 a) では、右胸腔内下部の分画肺と考えられる異常影に分布する血管と胸部下行大動脈の連続性が不明で、0.5mm厚再構成の横断像 (図4 b) でも食道内チューブ (↓) によるアーチファクトのため不明であった。0.5mm厚再構成の冠状断MPR像 (図4 c) にて胸部下行大動脈と異常血管の連続性 (↓) を確認でき、右肺は圧排のみであったため肺葉外分画症と診断した。

症例—3 肺動脈血栓症 (図3)

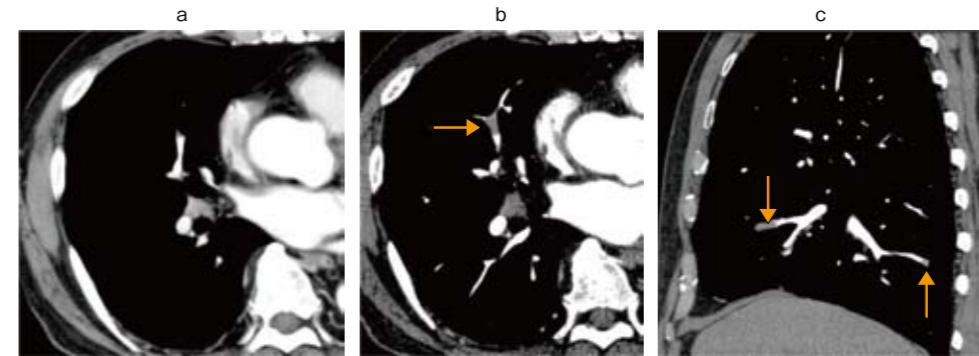
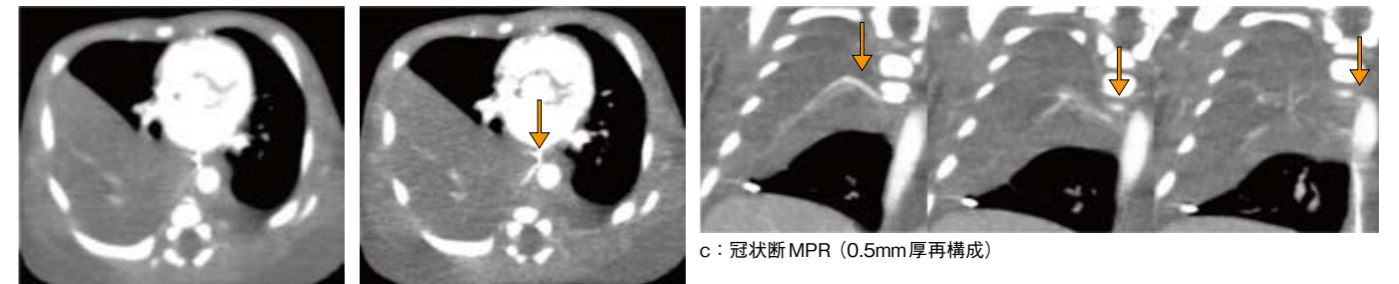


図3 症例3：肺動脈血栓症 (亜区域レベルの血栓) (74歳, 男性)  
 a：胸部造影CT (肺腫瘍術前ルーチン) 5mm厚再構成  
 b：0.5mm厚再構成  
 c：矢状断MPR (2mm厚再構成)

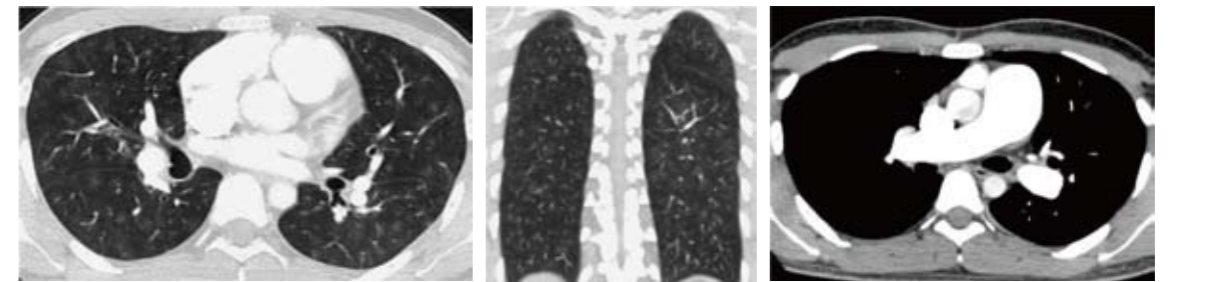
症例—4 新生児肺葉外分画症 (図4)



a：胸部造影CT (3mm厚再構成) b：胸部造影CT (0.5mm厚再構成)

図4 症例4：新生児肺葉外分画症 (2生日, 男児)

症例—5 肺毛細血管腫症 (図5)



a：胸部高分解能CT (2mm厚)

b：冠状断MPR像 (2mm厚)

c：胸部造影CT (肺血管ルーチン：2mm厚再構成)

図5 症例5：肺毛細血管腫症 (24歳, 男性)

肺分画症の診断においては大動脈から分岐する異常血管の同定が鍵となるが、新生児では異常血管が細いため、空間分解能の高い64列MDCTが有用である。

●症例5：肺毛細血管腫症 (図5)

24歳, 男性。呼吸困難にて入院。胸部造影CT (肺血管ルーチン) を施行した。

等方性のボリュームデータにより、横断像、冠状断像ともに同等の高分解能CTが得られ、境界不鮮明な結節状のすりガラス影が小葉中心性分布を示しているのが明らかである (図5 a, b)。肺高

血圧症の所見 (図5 c) と合わせて、肺毛細血管腫症を疑い、胸腔鏡下生検にて診断が確定した。

◎  
 高速撮影、高精細な三次元画像が64列MDCTの利点であり、その恩恵を受ける対象は胸部領域においても主に血管に関連した疾患となる。ワークステーションの進歩とともに、手術やIVRの術前情報として必要な高精細な三次元画像が短時間で作成可能になっている。

●参考文献

- 1) Witram, C. : How I do it ; CT pulmonary angiography. *Am. J. Roentgenol.*, **188**, 1255~1261, 2007.
- 2) Stein, P.D., et al. : Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism. *N. Engl. J. Med.*, **354**, 2317~2327, 2006.
- 3) 尾辻秀章・他：画像診断のためのピンポイント解剖学——肺門部の解剖。画像診断, **21**, 900~908, 2001.
- 4) Yoon, Y.C., et al. : Hemoptysis ; Bronchial and nonbronchial systemic arteries at 16-detector row CT. *Radiology*, **234**, 292~298, 2005.
- 5) Lee, E.Y., et al. : Evaluation of angioarchitecture of pulmonary sequestration in pediatric patients using 3D MDCT angiography. *Am. J. Roentgenol.*, **183**, 183~188, 2004.
- 6) Dufour, B., et al. : High-resolution CT of the chest in four patients with pulmonary capillary hemangiomatosis or pulmonary venoocclusive disease. *Am. J. Roentgenol.*, **171**, 1321~1324, 1998.