

## 心臓画像診断の新時代： マルチスライス CT 診断の現状と展望

吉岡 邦浩\*

### はじめに

近年の CT (computed tomography) の発展は目を見張るものがある。特に、複数の検出器を搭載したマルチスライス CT の進歩は、それを専門に扱う我々放射線診断医にとっても驚異的ではある。マルチスライス CT の歴史は 4 列の装置が発表された 1999 年に始まった。そして、早くもその 2 年後の 2001 年には 16 列へ、さらに 2004 年には 64 列へと加速的に進歩した。この進歩の恩恵を最も受けたのが心臓領域であり、特に冠動脈の CT 診断が可能となったことは、侵襲的な心臓カテテル法に代わり得る非侵襲的な画像診断法が登場したことを意味している。

本稿では、冠動脈疾患を中心にマルチスライス CT の現状と展望について解説する。

### マルチスライス CT の多列化と心臓の関係

マルチスライス CT の臨床面での特徴は、(1)速く、(2)薄く、(3)広くの 3 点が同時に得られることにある。例えば脳血管の全体像を(広く)、1mm 程度の非常に薄いスライス厚でも(薄く)、造影剤のファーストパス状態で、言い換えると静脈の混入のない動脈相の状態のうちに撮影することができる(速く)。そして、得られた高精細の画像データを高速処理する装置(ワークステーション)を用いることで、空間分解能に優れた脳動脈の三次元画像を得ることもできる。

一方で、CT で拍動する心臓を撮影して静止面を得る場合には、心電図に同期して撮影を行う必要

がある(心電図同期撮影法)。詳細は割愛するが、この撮影法を用いる場合の欠点としてスライスとスライス間のオーバーラップを非常に大きく(通常の約 4 倍)設定する必要がある。このために、上述の 3 つの特徴のうち「広く」の要素が失われる。具体的な例を挙げると、心臓全体を一般的な条件で撮影する場合のスキャン時間は、4 列で約 2 分、16 列で 30~40 秒、64 列で 10 秒前後である。実際の撮影には呼吸を停止する必要があるため、少なくとも 16 列以上の装置でないと心臓全体の撮影はできない。これらのことから、心臓を CT で撮影する場合にはより多列の装置の方が有利とされている。図 1 に 64 列マルチスライス CT で撮影した冠動脈の画像を示す。

### 冠動脈 CT の診断精度と適応のエビデンス

実質的に冠動脈の CT が可能となった 16 列のマルチスライス CT の登場から 7 年、冠動脈 CT の爆発的な普及の契機となった 64 列装置の登場からはわずかに 4 年であるが、この間に冠動脈の狭窄性病変に対する診断精度を評価した論文が非常に多数発表され、これらを元にした複数のメタ解析も既に存在する。それらによると、侵襲的な冠動脈造影を基準とした場合、16 列以上の装置での感度は 81%、特異度は 93% であり<sup>1)</sup>、64 列に限ると感度は 93%、特異度は 96% と良好な成績が報告されている<sup>2)</sup>。また、最近のメタ解析の手法を用いた報告では<sup>3)</sup>、16 列と 64 列装置を比較した場合に特異度と陽性的中率に有意な差があり、16 列の装置の問題点として偽陽性が多いことが挙げられている。このことは結果として(侵襲的な)冠動脈造影の施行を促すこととも述べられており、64 列装置

\*岩手医科大学附属循環器医療センター放射線科

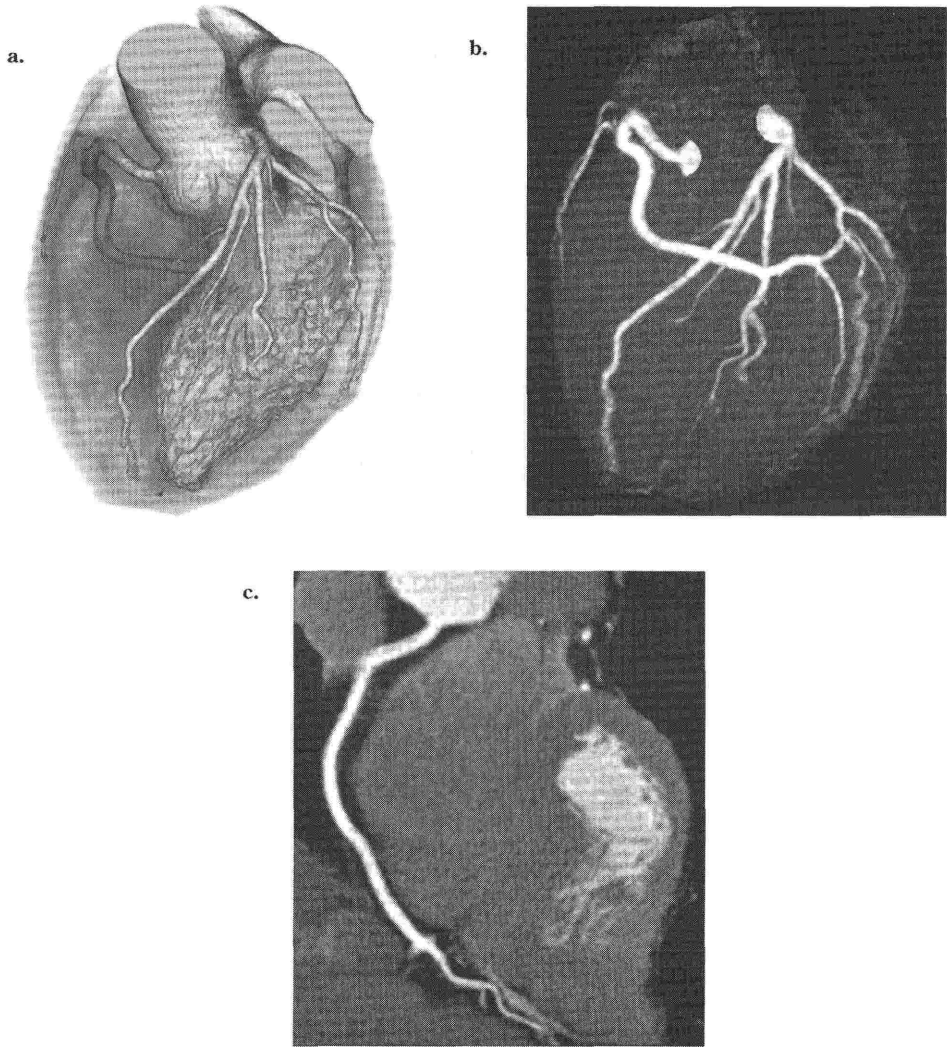


図1 64列マルチスライスCTで撮影した冠動脈

- a. Volume rendering (VR)法による三次元表示
- b. Angiographic view(血管造影類似画像)による三次元表示
- c. 右冠動脈の curved planar reformation (CPR) 画像

撮影時間は約10秒。右肘静脈からヨード造影剤を63ml注入しながら撮影。放射線被曝は約30mSvである。冠動脈には有意狭窄は認められない。

の優越性が強調されている。ちなみに、我が国でも2008年4月の診療報酬の改定において冠動脈CTに600点の加算が認められたが、それには64列以上のマルチスライスCTで撮影したことが条件となっている。

冠動脈CTの適応に関しては、AHA(American Heart Association)から2006年に冠動脈CTに関するscientific statement<sup>4)</sup>が発表されているが、その中では、冠動脈に狭窄性病変が疑われ胸痛などの

症状がある場合の施行が妥当とされている(Class IIa, Level B)。また、同年に発表された appropriateness criteria<sup>5)</sup>ではさらに細かな適応が次のように示されている。即ち、胸痛症候群では、症状や年齢による pre-test probability<sup>6)</sup>で「中等度」と判定され、その中でも負荷心電図が施行できない、あるいはその結果が曖昧な場合に冠動脈CTを行うことが適切とされている。また、急性の胸痛の症例の場合には、心電図と心筋逸脱酵素に変化が

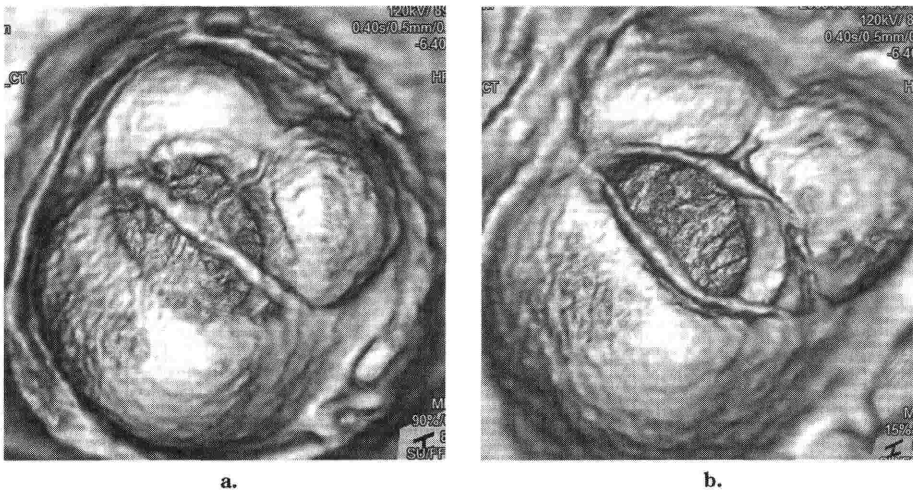


図2 大動脈弁のCT(二尖大動脈弁)

仮想内視鏡法を用いて表示した大動脈弁の三次元表示

a. 拡張期 b. 収縮期

これらの画像から右冠尖と左冠尖が癒合した先天性二尖大動脈弁と診断し、手術で確認された。

無い場合の施行が適切であると示されている。

冠動脈の狭窄性病変の評価以外にも、冠動脈インターベンション後、特にステント内腔の評価、さらには冠動脈バイパスグラフト術後の評価にもマルチスライスCTが使用されている。また、かねてより冠動脈プラークの性状診断、特に不安定プラークの非侵襲的診断が可能かという点にも注目が寄せられているが現時点では研究段階である<sup>4)</sup>。

同じく研究段階ではあるが、大動脈弁のCTによる評価も可能となりつつあり(図2)、CT診断の新たな領域として関心が寄せられている。

#### 心臓CTの将来展望

発展を続けるマルチスライスCTであるが、2007年末に320列という、超多列のマルチスライスCTが我が国のメーカーから発表された。このCTの検出器は160mm(0.5×320列)の幅を有しているので心臓全体が余裕を持って撮影範囲に入る。したがって、基本的に1回転で寝台の移動なしに心臓の画像を得ることができる。撮影方法の面から見ると、64列のマルチスライスCTまでは、寝台を移動させながら連続回転で撮影する「ヘリカルスキャン」が行われていたが、320列CTではこのスキャン方法を用いない。320列CTがヘリカルスキャンから脱却した意義は大きく、画質の向上とともに被曝の低減が期待できる。さらには、撮

影時間が1秒足らずと大幅に短縮されたことで、造影剤の減量も図ることができる(図3)。このように320列CTは心臓CTに新たな展開を約束しており、心筋パーフュージョンなどの機能面での発展も期待されている。

また、X線管球を2個搭載した装置(DSCT: Dual Source CT)が欧州のメーカーから発売されている。このCTの特徴は高い時間分解能にあり、具体的には83msecというCTとしては非常に短い時間での撮影が可能である。このためβブロッカー等の投与による心拍数のコントロールを必要とせず高い精度の診断が可能と報告されている<sup>7)</sup>。

その一方で、空間分解能を今までよりも向上させるべく設計されたCTも米国のメーカーから近い将来に発表される予定になっている。

#### おわりに

以上に述べたように、心臓のCTはハード面でも発展が続いている領域であり、それに伴って臨床面でも診断精度の向上や適応の拡大が期待されている。それと同時に、放射線被曝の低減や造影剤の減量についても検討され、患者さんにとってより負担のかからない検査になっていくものと思われる。

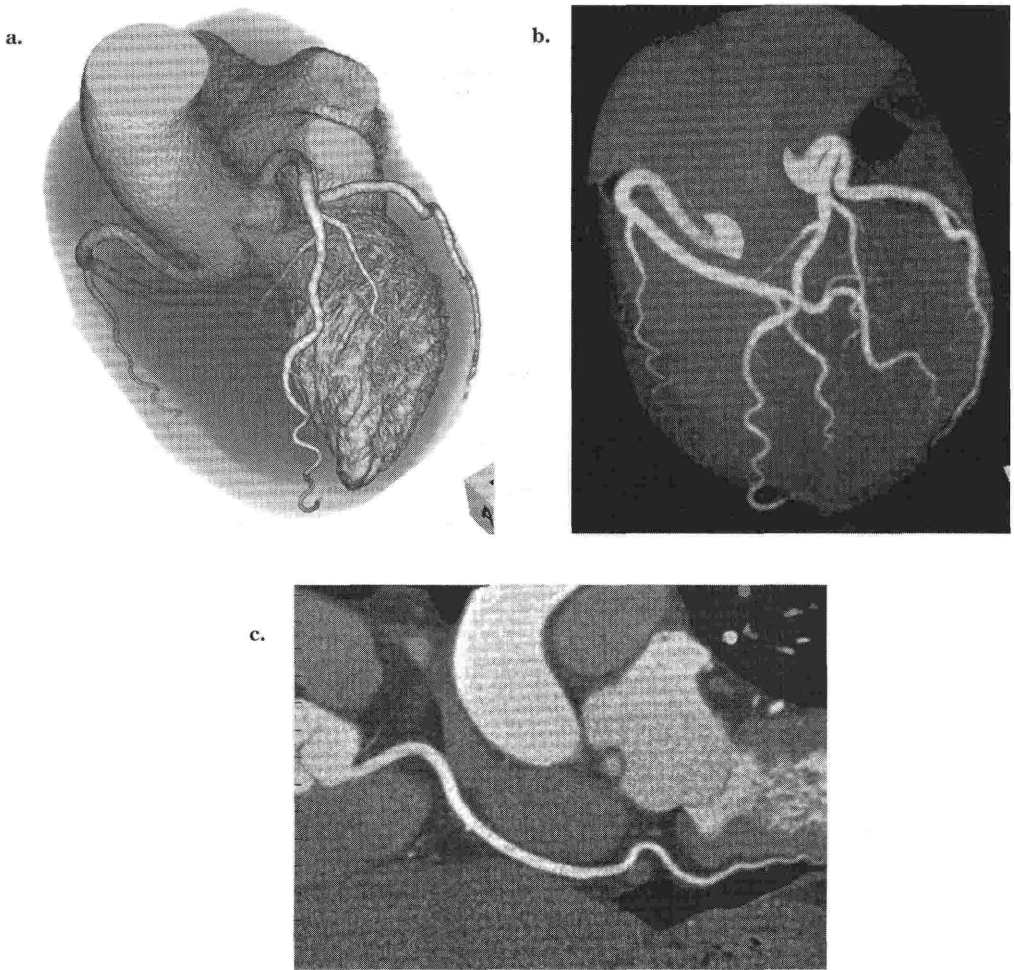


図3 320列マルチスライスCTで撮影した冠動脈

- a. Volume rendering (VR)法による三次元表示
- b. Angiographic view (血管造影類似画像)による三次元表示
- c. 右冠動脈の curved planar reformation (CPR) 画像

撮影時間は1秒未満。右肘静脈からヨード造影剤を48ml注入しながら撮影。放射線被曝は6.8mSvである。64列マルチスライスCTと比較して、一般的に使用する造影剤量は2/3以下に、被曝は1/4以下になった。

## 文 献

- 1) Hamon M, Biondi-Zoccai GG, Malagutti P, et al: Diagnostic performance of multislice spiral computed tomography of coronary arteries as compared with conventional invasive coronary angiography: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48: 1896-910.
- 2) Vanhoenacker PK, Heijenbroek-Kal MH, Van Heste R, et al: Diagnostic performance of multidetector CT angiography for assessment of coronary artery disease: meta-analysis. *Radiology* 2007; 244: 419-28.
- 3) Hamon M, Morello R, Riddell JW, et al: Coronary arteries: diagnostic performance of 16- versus 64-section

- spiral CT compared with invasive coronary angiography; meta-analysis. *Radiology* 2007; 245: 720-31.
- 4) Budoff MJ, Achenbach S, Blumenthal RS, et al: Assessment of coronary artery disease by cardiac computed tomography: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Cardiovascular Imaging and Intervention, Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, and Committee on Cardiac Imaging, Council on Clinical Cardiology. *Circulation* 2006; 114: 1761-91.
- 5) Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, et al: ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and

cardiac magnetic resonance imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American College of Radiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, American Society of Nuclear Cardiology, North American Society for Cardiac Imaging, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Interventional Radiology. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48: 1475-97.

- 6) Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, et al: ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *J Am Coll Cardiol* 2002; 40: 1531-40.
- 7) Scheffel H, Alkadhi H, Plass A, et al: Accuracy of dual-source CT coronary angiography: First experience in a high pre-test probability population without heart rate control. *Eur Radiol* 2006; 16: 2739-47.