

## 冠動脈疾患の診断と治療

Diagnosis and Treatment for Coronary Artery Disease

### 第 704 回新潟医学会

日 時 平成 26 年 12 月 13 日 (土) 午後 1 時 30 分から  
 会 場 新潟大学医学部 有壬記念館

司 会 南野 徹教授 (循環器内科学)

演 者 堀井陽祐 (放射線医学), 小澤拓也 (循環器内科学), 尾崎和幸 (新潟市民病院循環器内科)  
 青木賢治 (心臓血管外科), 小幡裕明 (循環器内科学)

### 1 冠動脈疾患の放射線画像診断

堀井 陽祐

新潟大学医歯学総合病院放射線科

Diagnostic Radiology of Coronary Artery Disease

Yosuke HORII

*Department of Radiology, Niigata University Medical and Dental Hospital*

#### 要 旨

近年, 多検出器列 CT (Multi Detector-row Computed Tomography: MDCT) は多列化, 高速化など急激に進歩し, カメラでいう「シャッタースピード」である時間分解能が短縮したことによって動きによるアーチファクトの少ない画像が得られるようになった。これにより評価可能な画像を得やすくなり, 心臓疾患の形態評価に広く用いられるようになってきている。

最近の MDCT では 1 回の十数秒の息止めで, 心臓全体のデータ取得が可能であり, 得られたデータから心筋の動きの評価, 立体構造をイメージしやすくする 3D 画像の volume rendering, 血管造影のような angiographic view, 冠動脈に沿って湾曲した MPR の curved MPR をワークステーションで容易に作成でき, 評価できるようになった。

新潟大学医歯学総合病院では心臓 CT の件数は年々増加傾向であり, 2013 年度は 477 件撮影した。

キーワード: 冠動脈 CTA, 不安定ブランク

### 冠動脈 CT の特徴

冠動脈 CT の特徴としてまず冠動脈血管撮影をゴールドスタンダードとしたときに陰性適中率が 95-100% と非常に高いことが挙げられる<sup>1)</sup>。すなわち、冠動脈 CT で有意狭窄がなければ冠動脈血管撮影で有意狭窄がないと言える。一方、陽性適中率は 56-89% と高くはない。これには CT では石灰化が大きく見えるため、高度石灰化を有する症例では冠動脈 CT で有意狭窄ありと評価しても、実際の血管造影では狭窄がない偽陽性が存在するためと考えられている。

続いて冠動脈 CT の特徴として血管内腔の評価だけでなく、プラーク評価も可能であることが挙げられる。これにより狭窄のプラークが石灰化プラークなのか、非石灰化プラークなのか、混合性プラークなのかといった評価を行うことができる。

### 冠動脈 CT の侵襲

低侵襲である CT 検査ではあるが、CT の侵襲として考えなくてはならないものに、放射線被ばくと造影剤がある。放射線被ばくは発がんリスクとなり、造影剤は造影剤腎症のリスクとなる。

放射線被ばくに関しては以前の報告では冠動脈造影が 3-6mSv に対して 64 列 MDCT による冠動脈 CTA が 13-18mSv と高い被ばく線量と報告されている<sup>2)</sup>。しかし近年では被ばく線量を低減させる様々な工夫がされている。まず画像を作成するのに必要な心位相は心臓の動きが少ない拡張中期や収縮末期といった心位相であることから、これ以外の心位相で放射線量を低下させる ECG dose modulation や必要な心位相だけ放射線を出す Step and shoot といった撮影法が用いられるようになった。これにより放射線被ばくは低減し、Step and Shoot 法では冠動脈造影とほぼ同等の被ばく線量になったと報告されている。さらにコンピューターの処理速度の向上により逐次近似画像再構成法が実用化された。これにより画像ノイズが低減し、画質の向上、放射線被ばくの低減が可

能となった。また低管電圧撮影を用いることで、さらに被ばくの低減が可能となった。そして最新の CT では 1mSv 以下で心臓 CT を撮影できる機種も登場している。

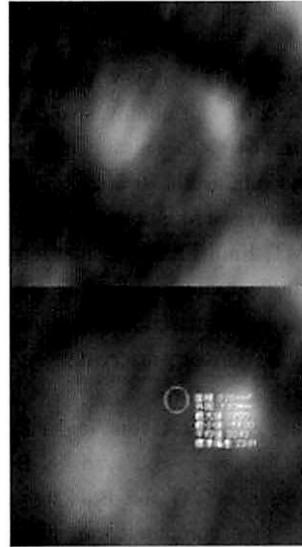
また造影剤量に関しては低管電圧撮影を行えば造影剤濃度に対する CT 値が上昇することが知られており、造影剤の減量も可能である。このように最近の CT では被ばく低減と造影剤減量が可能となり、低侵襲な冠動脈 CT が今後ますます臨床で多く用いられることが期待される。

### 不安定プラークの CT 所見

近年冠動脈の狭窄診断だけでなく、プラーク診断も行われているため、今回急性冠症候群 (Acute coronary syndrome: ACS) のプラーク診断について説明を行う。急性冠症候群の多くは薄い線維性の被膜に囲まれ、内部に大きな lipid core を有する不安定プラークが破綻し、そこに血栓が付着し、狭窄や閉塞をきたすことが多いとされている。また約 7 割の症例では発症前のプラークの狭窄度は 50% 以下であることが報告されている<sup>3)</sup>。

プラーク診断は血管内超音波 (Intravascular Ultrasound: IVUS) や光干渉断層法 (Optical Coherence Tomography: OCT)、冠動脈 CT で行うことができる。冠動脈 CT では IVUS や OCT といった視血的な検査よりは低侵襲的であるが、空間分解能 (解像度) が劣る。しかし冠動脈 CT と IVUS を比較して大まかなプラーク性状と量には相関がみられたとの報告があり<sup>4)</sup>、低侵襲な冠動脈 CT でのプラーク診断が期待されている。

ACS をきたした症例と安定狭心症の症例の画像を比較した論文では Positive remodeling と Low density plaque (< 30HU)、spotty calcification が ACS をきたした症例で有意に多く認められたと報告している<sup>5)</sup>。また Positive remodeling と Low density plaque (< 30HU) の 2 つの特徴をもった患者が 2 年以内に ACS に陥る頻度は 22%、どちらも有さない患者が 2 年以内に ACS に陥る頻度は 0.5% であったとの報告もあり<sup>6)</sup>、Positive remodeling と Low density plaque (< 30HU)



## Positive remodeling + Low density plaque + Spotty calcification + Napkin-ring sign

86歳男性, 最近軽労作にて胸部症状を認めたため, 冠動脈CTを撮影。  
#6に Positive remodeling を伴った 50%程度の Low density plaque を認め, Spotty calcification, Napkin-ring sign も伴っていた。不安定プラークが疑われたため, 現在は内服治療にて経過観察中である。

がACSの予測因子になりうると考えられている。また最近では Napkin-ring sign が不安定プラークを疑わせる所見として考えられており, 剖検心臓による Napkin-Ring sign と病理所見との対比では辺縁の中心部に比べるとCT値が高くなっている部分は石灰化を伴った fibroatheroma であり, 中心部は Necrotic core からなっていたと報告されている<sup>7)</sup>。現在, ACSを起す可能性のある不安定性プラークのCT所見の特徴は positive remodeling, spotty calcification, low density plaque (< 30HU), Napkin-ring sign などが考えられており, こういった所見を認めた場合には有意狭窄ではなくとも注意が必要である。

おわりに

冠動脈CTAはMDCTの進歩により高い精度で

評価できるようになってきており, 放射線被ばく低減, 造影剤の減量も可能となった。

冠動脈CTAは低侵襲な検査であることから, 今後さらに臨床で用いられることが期待される。

### 参考文献

- 1) Schroeder S, Achenbach S, Bengel F, Burgstahler C, Cademartiri F, de Feyter P, George R, Kaufmann P, Kopp AF, Knuuti J, Ropers D, Schuijf J, Tops LF, Bax JJ; Working Group Nuclear Cardiology and Cardiac CT; European Society of Cardiology; European Council of Nuclear Cardiology.: Cardiac computed tomography: indications, applications, limitations, and training requirements: report of a Writing Group deployed by the Working Group Nuclear Cardiology and Cardiac CT of the European Society of Cardiology and the European

- Council of Nuclear Cardiology. *Eur Heart J* 29: 531 - 556, 2008.
- 2) Raff GL, Gallagher MJ, O'Neill WW and Goldstein JA: Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64 - slice spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 46: 552 - 557, 2005.
  - 3) Little WC, Constantinescu M, Applegate RJ, Kutcher MA, Burrows MT, Kahl FR and Santamore WP: Can coronary angiography predict the site of a subsequent myocardial infarction in patients with mild - to - moderate coronary artery disease? *Circulation*. 78: 1157 - 1166, 1988.
  - 4) Leber AW, Becker A, Knez A, von Ziegler F, Sirol M, Nikolaou K, Ohnesorge B, Fayad ZA, Becker CR, Reiser M, Steinbeck G and Boekstegers P: Accuracy of 64 - slice computed tomography to classify and quantify plaque volumes in the proximal coronary system: a comparative study using intravascular ultrasound. *J Am Coll Cardiol* 47: 672 - 677, 2006.
  - 5) Motoyama S, Kondo T, Sarai M, Sugiura A, Harigaya H, Sato T, Inoue K, Okumura M, Ishii J, Anno H, Virmani R, Ozaki Y, Hishida H and Narula J: Multislice computed tomographic characteristics of coronary lesions in acute coronary syndromes. *J Am Coll Cardiol*. 24; 50: 319 - 326, 2007.
  - 6) Motoyama S, Sarai M, Harigaya H, Anno H, Inoue K, Hara T, Naruse H, Ishii J, Hishida H, Wong ND, Virmani R, Kondo T, Ozaki Y and Narula J: Computed tomographic angiography characteristics of atherosclerotic plaques subsequently resulting in acute coronary syndrome. *J Am Coll Cardiol* 30; 54: 49 - 57, 2009.
  - 7) Maurovich - Horvat P, Hoffmann U, Vorpahl M, Nakano M, Virmani R and Alkadhi H: The napkin - ring sign: CT signature of high - risk coronary plaques? *JACC Cardiovasc Imaging* 3: 440 - 444, 2010.

## 2 冠動脈疾患の観血的診断 - IVUS・OCT, FFR -

小澤 拓也  
循環器内科学