

1

MSCTによる冠動脈評価

元山 貞子

藤田保健衛生大学 循環器内科 講師

近年登場した冠動脈CTは非侵襲的な検査方法で、1回の検査で心臓全体の冠動脈を描出可能である。冠動脈狭窄においては、高い感度と陰性的中率で、冠動脈狭窄の除外診断に有用である。冠動脈プラークも描出可能であることから、CTの有用性は不安定プラークの診断、予後評価、治療効果判定にまで広がっている。本章では、冠動脈CTの特徴、虚血性心疾患の診断能について述べる。

冠動脈CTの特徴

冠動脈CTは近年、冠動脈狭窄診断およびプラーク描出が可能な検査方法として、臨床の現場で確立した検査方法となった。冠動脈CTは、経静脈的に造影剤を投与し、心電図を装着し、心電同期でCT撮影を行うことで画像が得られる。冠動脈狭窄の評価には長年、侵襲的冠動脈造影（coronary angiography；CAG）が用いられてきた。また、冠動脈プラーク観察には血管内エコー（intravascular ultrasound；IVUS）、血管内視鏡、光干渉断層法（optical coherence tomography；OCT）などが用いられているが、いずれも侵襲的であると同時に、一般的には、治療標的血管のみの観察に限られる。これらと比較して、CTの利点には、以下が挙げられる。

- 非侵襲的な検査方法
- 1回の検査で心臓全体を描出可能
- 検査時間が短い（撮影は数～十数秒程度、検査全体でも15分程度）
- 検査が比較的簡便

また、欠点としては、以下が挙げられる。

- 空間分解能および時間分解能の限界（空間分解能は0.5

mm スライスの装置を用いても0.35 mm程度、時間分解能は、0.275秒/回転の装置を用いれば、ハーフ再構成で0.14秒程度）

- 撮影中の息止めが必要
- 頻拍や不整脈時に鮮明な画像を得ることが困難

核医学やMRIといった、他の非侵襲的検査方法と比較した結果の利点は、

- 空間分解能・時間分解能に優れ、冠動脈の形態評価では勝る

一方、欠点として、

- 組織分解能が低い
- 形態評価に限られる
- 放射線被ばく
- 造影剤の使用

といったことが挙げられる。

冠動脈プラークの評価方法

冠動脈CTアンギオグラフィ（CT angiography；CTA）の特徴のひとつとして、前述のとおり、一度の検

表1 CTによる冠動脈プラーク性状評価（文献^{3,7)}より引用改変）

論文	スライス厚 (mm)	ガントリ回転速度 (秒)	列数	CT値 (平均±標準偏差 [HU])		
				ソフトプラーク	線維性プラーク	石灰化
Schroeder <i>et al.</i>	1.0	0.50	4	14 ± 26	91 ± 21	419 ± 194
Leber <i>et al.</i>	0.75	0.42	12	49 ± 22	91 ± 22	391 ± 156
Pohle <i>et al.</i>	0.75	0.375/0.42	16	58 ± 43	121 ± 39	
Motoyama <i>et al.</i>	0.5	0.40	16	11 ± 12	78 ± 21	516 ± 198
Hur <i>et al.</i>	1.0	0.33	64	54 ± 13	82 ± 17	392 ± 155

査で心臓全体のプラークが観察可能な点が挙げられる。冠動脈プラークは、①石灰化プラーク、②部分的石灰化プラーク、③非石灰化プラークに分類される^{1,2)}。CTでの組織性状の分類には元来、CT値（Hounsfield unit [HU]）が用いられ、冠動脈プラークにおいても、プラーク性状をCT値で定義する試みがなされている。冠動脈プラーク性状評価についての報告の多くは、IVUSとの比較検討である。すなわち、冠動脈プラークをIVUS所見からソフトプラーク、線維性プラーク、石灰化に分類し、CTでそれぞれのプラークのCT値を検討したものである。その結果、ソフトプラークが30もしくは50 HU以下という参考値も報告されている（表1）^{3,7)}。ただし、それぞれの報告によるソフトプラークのCT値にはばらつきがあり、ソフトプラークと線維性プラークにはCT値のオーバーラップも認められる。そのため、現在のガイドラインでは、非石灰化プラークをソフトプラークと線維性プラークに分類することは推奨されておらず、分類のためのCT値の定義はなされていない。プラークのCT値に影響する要因として、以下が考えられる。

- プラーク内の成分は均一ではない
- 冠動脈は直径3 mm前後と細いうえに、空間分解能の限界から、パーシャルボリュームエフェクトを受ける
- 空間分解能は用いる機種によって異なる
- 画像の精度には、心拍動や呼-吸によるモーションアーチファクトも影響する
- プラークのCT値は内腔の造影濃度に効果に影響される
- 撮影時の電圧の違いにより、プラークのCT値が変動する

さらに、実際の画像を観察する際には、CTAで石灰化はアーチファクトにより過大評価され、冠動脈内腔とプラークの評価が困難になる。ときに、プラークとのオーバー

ラップ、とくに石灰化との区別が困難なこともある。

CT値はプラーク性状を評価するうえで、ある程度を目安となると考えられるが、各施設で使用している機種、撮影方法などを考慮し、以上の限界を知ったうえで注意して用いるべきであると思われる。

冠動脈狭窄の診断能

冠動脈CTによる冠動脈狭窄評価の多くは、CAGを真とした場合のCTの診断精度として報告されている。空間分解能の限界から、冠動脈径が1.5～2.0 mm以上の血管を対象としている研究が多く、臨床的にも、それより細い血管の狭窄度評価は困難であろう。64列CTの結果をまとめた報告によると、感度88%、特異度96%、陽性的中率79%、陰性的中率98%であった⁸⁾。すなわち、直径2 mm以上の血管においては、狭窄を98%見逃さない診断能を有する。2.0 mm以下の血管は、一般的に、経皮的冠動脈インターベンション（percutaneous coronary intervention；PCI）の適応にはならないことを考えると、CTは日常臨床に十分に用いることができる検査方法であると思われる。一方問題点として、陽性的中率の低さが挙げられる。主な原因は、石灰化病変、モーションアーチファクトであり、現在のCT装置の限界のひとつであるため、このような限界を知ったうえでCTを利用することも必要である。

症例1 79歳、女性

〔主訴〕 労作時胸痛

〔既往歴〕 高血圧

〔現病歴〕 3ヵ月前から労作時の胸痛が出現。安静に