

# 血管内イメージングの開発と臨床応用

山岸 正和\*

虚血性心疾患の病態評価に際しては、冠動脈に生じた動脈硬化性病変による血管内腔狭窄重症度のみならず、粥状硬化の血管内での局在やその質的診断が重要視されるようになった。この背景には、例えば急性冠症候群の発症が冠動脈狭窄度より、むしろ粥腫性状に依存する可能性や、かかる病変に対しての血管形成術や積極的脂質低下療法などの有効な治療手段が示されつつあることも一因する。

臨床的に冠動脈粥腫の局在を認識する非侵襲的、侵襲的手法が幾つか応用されているが、中でも血管内エコー法(intravascular ultrasound:IVUS)は冠動脈造影法では判断を誤りがちな血管の内腔や壁情報を実時間で得ることが可能であり、本法の基本特性に加えて、粥腫組織性状診断など、IVUS画像からの新たな応用が進められつつある。

## 1. 冠動脈粥腫の局在と臨床

臨床例で冠動脈を観察すると、ほぼ正常と思われる部位では血管内腔に接して比較的一様な高輝度エコー層を認め、それに続く低輝度エコー層は観察しえないか、存在しても極めて薄い。病変が進展すると、主として内膜肥厚として認識されるが、多くの場合、血管造影では認識されない潜在性病変である。粥腫の進展は、冠動脈が彎曲して走行する部位ではその小彎(心筋)側から生ずるので、冠動脈内での病変の進展は初期には偏在すると推定される。かかる偏在性病変の場合には、血管の拡大性リモデリング現象を頻繁に伴うので、結果として血管造影では認識困難な潜在性病変となる。

## 2. 粥腫性状診断

臨床的に不安定粥腫のIVUSによる診断の可能性が示唆されて以来、臨床兆候発症前にかかる不安定粥腫をIVUSにより診断しうかがが現在最も注目される臨床課題の一つとなった。また、ステントなどを用いた血管形成術後での再狭窄に関しても、内在する粥腫、ことに脂質コアの存在が重

要な役割を果たすことが示唆され、形成術前後での粥腫の活動性制御が再狭窄予防への途を開く可能性も見えてきた。すなわち、粥腫性状診断が臨床的に意義深いことが容易に推察される。

## (1) 超音波高周波信号解析による組織診断

IVUSの画像は得られた超音波信号(radio-frequency:RF)にさまざまな処理(整流、検波、微分、増幅)を施し、血管画像として認識しやすく描画されたものである。そのため得られた画像上の輝度変化は必ずしもRF信号の情報を十分に活用しているとはいえず、組織性状情報の多くが欠落していると考えられる。このため本来のRF信号に基づいて組織性状診断を行おうとするものがRF信号解析による組織性状診断法である。代表的なものとしてはそれぞれの組織に設定した関心領域のRF信号を時間積分することで得られたIntegrated Backscatter (IB) 値 (dB) の違いに基づいて鑑別する方法がある。これまでのビデオ画像による診断法と比較してRF信号パラメーターの脂質コアの検出感度、特異度はビデオ画像に比してその検出度が優れているという。

## (2) 超音波弾性画像法の応用

心収縮期では、冠動脈内腔は血管内圧の上昇に伴って拡大する。従って、心収縮期と拡張期における内腔面積の差と冠動脈内圧の変化から、局所血管の伸展率やその応用である $\beta$ 値の算出が可能である。著者らは、冠動脈においては、血管壁厚の増大に伴って血管伸展率が低下( $\beta$ 値は増大)することを見出した。また、粥腫が偏在する局所では、この伸展率に局所差が生じ、粥腫破綻の物理的要因になることを示唆してきた。かかる成績に基づき、動脈硬化組織内局所での弾性を解析する試みがなされつつある。IVUS elastography(弾性画像法)は血圧の変化から生じる組織の歪みの程度をRF信号から得られるストレイン値として定量評価することで粥腫の組織診断を行うものである。実際、ストレイン値の高い組織ほど病理学的

\*金沢大学大学院医学系研究科 臓器機能制御学・循環器内科

検討でマクロファージの存在が多いなど、不安定粥腫の重要な一面である炎症との関連性が示されてきた。著者らは、RF信号による血管画像を2次元に展開し、この画像から直接局所の歪みを解析する手法(2次元探索法)を用いての弾性画像法を開発した。本法では、血管内圧情報は入力されないため、局所における相対的な弾性特性の解析法であるが、血管自体の動揺つまり心周期などの影響は受けず、より正確な評価が可能であり、今後、画像収集、演算時間の短縮が実現すれば、臨床の場で広く活用されよう。

参考文献

1. Yamagishi M et al. Cir J 2002;66:735-40
2. Tsutsui H et al. Am J Cardiol 1998;81:977-81
3. Ito K et al. Int J Cardiol 2002;86:99-105
4. Yamagishi M et J Am Coll Cardiol 1994;23:352-7
5. Yamagishi M et al. J Am Coll Cardiol 2000;35:106-11
6. Shiina T et al. Proceeding. of 2003 IEEE International Ultrasonics Symposium pp1811-4