

マルチモダリティによる Cardiac Imaging

— 画像診断装置の特性に応じた 最適なモダリティ選択

田中 良一 岩手医科大学附属病院循環器医療センター循環器放射線科

近年の循環器診療において、さまざまな画像診断装置の発達がその臨床的なアプローチを変化させている。特に、心臓領域においてその変化は目覚ましく、侵襲的な診断法から低侵襲な画像診断へとその軸が移行しつつあるが、同時に、それぞれのモダリティの限界および制限を理解し、正しく使い分けることが求められるようになってきている。

心臓イメージングにおける CTの隆盛と問題点

CTの発達は、多くの疾患における診断法に変化をもたらしたが、特に心臓領域におけるその影響は大きい。当初はCTの時間分解能の制限から、電子ビームCTと呼ばれる特殊な装置での撮影しかできなかったが、ヘリカルCTに心電図同期撮影の概念が導入されると同時に、心臓への応用が一挙に広がりを見せ、それとともにさまざまな新しい技術開発がなされ今日に至っている(図1)。

当初は、4列、16列のマルチスライスCTにて実用化された冠動脈CTアンギオグラフィも、いまでは64列以上を使用することがガイドラインで推奨され、その品質管理が注目されている。また、放射線被ばくが多いことが問題視され、現在では十分な被ばく低減の配慮とともに、適応について厳密に考えるよう求められている。わが国においては、まだ、被ばくや造影剤負荷に関しては医師の裁量によりその必要性を決定できるが、今後、その制限は厳しくなっていくものと

思われ、よりいっそうの質の管理が求められるようになるであろう。

また、イメージングでは、従来の冠動脈狭窄の有無だけではなく、その成因となる動脈硬化の成り立ちを考え、治療に反映しようとするプラークイメージングの動きも出てきている。CTもその一翼を担っているが、現在の装置の性能限界を超えた誤った解釈がなされているという問題もある。

いずれ、これらの問題点については、装置の技術開発により克服されていくと思われるが、装置の特性や新たな技術を正しく理解し、活用することが肝要である。

心臓MRIの位置づけ

心臓MRIは、心筋のperfusion imagingおよびdelayed enhancement(遅延造影)(図2)が、実臨床の現場にて最も多用されていると思われるが、高磁場での検査となるMRIではさまざまな制限があり、スループットをなかなか上げられない。現時点では、これを改善させるような画期的技術は見られていない。

MRIでは、むしろ1.5Tから3Tへとさらなる高磁場装置の導入が進んでおり、それを心臓領域でどのように使用するかが今後の課題となる。しかし、心臓イメージングでは、心電図同期や呼吸同期が必要となることが多く、特に冠動脈をターゲットとすると、時間分解能とともに空間分解能も要求されることが多いため、現実的にはハードルが高いと思われる。最近の3T装置では、面内信号強度の均一性に対する信頼性が向上してきており、心筋疾患における応用がこれから進むものと期待される。

冠動脈においては、症例を限定すればある程度の精度での画像を得ることは可能である(図3)が、空間分解能の制限や、MRI装置自体の制限(高磁場、RFパルスへの曝露など)がある。

心エコー、核医学検査、 血管造影

ここ数年は、CTが心臓イメージングの花形として脚光を浴びていたことは疑いのない事実であるが、同時に、放射線

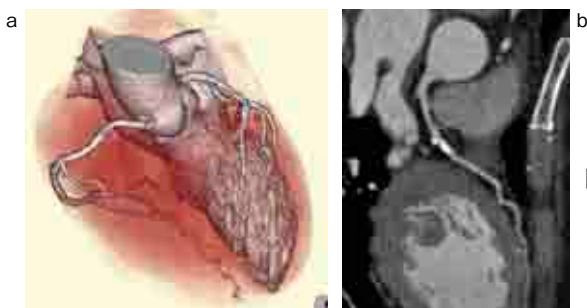


図1 心臓CTアンギオグラフィ
ボリュームレンダリング(VR:a)と、曲面再構成法(CPR:b)で表示した心臓CT。冠動脈病変の精査に使用される。石灰化が描出されるのが、特徴でもある。

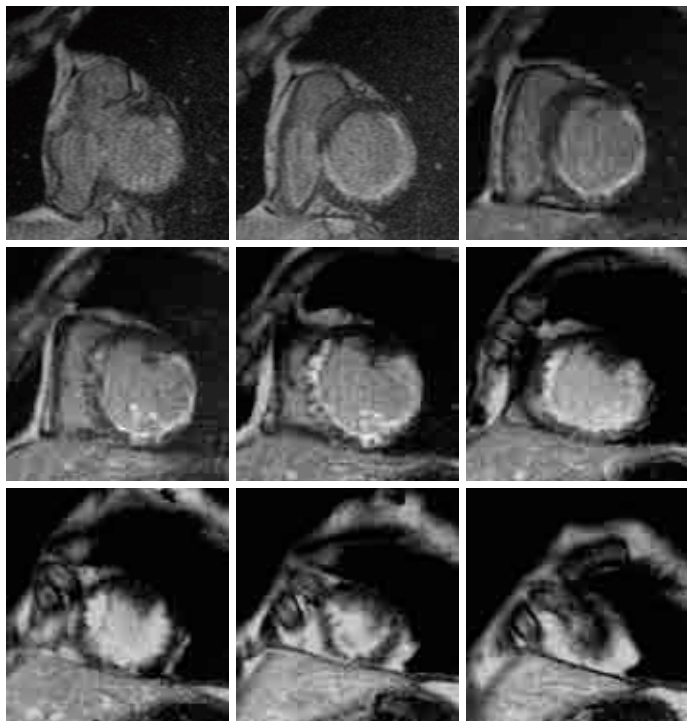


図2 遅延造影MRI

心基部から心尖部に向かって、左心室の単軸断面で撮像したもの。心筋梗塞後の障害心筋の部位や範囲を特定し、機能回復が図れるかどうかを判定するために用いられる。ガドリニウムでの造影を必要とする。

被ばくの問題もクローズアップされるようになってきた。MRIでも、高磁場や高周波への曝露はリスクをはらんでおり、その利点と限界を考えれば、他の診断方法に頼るべきことも多い。もちろん、CTやMRIばかりでなく、超音波診断装置、核医学検査、血管造影も着実に進歩を重ねている。

心エコーでは、リアルタイム3D心エコーが可能となり、血管内超音波の精度も年々向上している。核医学では、主としてオンコロジーの領域で脚光を浴びているが、PETの導入が各所で進んでいる。また、ディテクタのコリメーション等の工夫により、SPECTにおける画質の改善も図られている。血管造影装置ではフラットパネルディテクタ(FPD)が主流となり、回転撮影に加え、被ばく低減技術の発達や周波数強調などを利用し、ステントを見やすくする技術の開発・導入が行われている。

心臓に特化した機能だけではないが、このような技術を応用することにより、より精度の高い診療が行えることに疑いの余地はなく、これらをどのように、効率的かつ有効に使い分けるかが、診療の質を高めるための重要なカギとなる。

診療の現場における モダリティの使い分けと 今後の展望

各モダリティにはその特性上、得手・不得手がある。それらを組み合わせて使用することで、それぞれの長所を生かすことが基本的な診断技術であるが、それをシングルモダリティで解決しようとする動きもあった。“ワンストップショップ”という言葉が提唱されるようになって久しいが、現実的には困難を伴うことが、ここ数年の動向を見ても感じることができる。

実際に検査装置の種類による違いだけでなく、同じ種類の検査装置でも、ハイエンドの装置はそれぞれに特徴を有し、設計コンセプトの違いが明瞭となっている。例えば、CT一つをとっても、現時点ではメーカーが異なれば最先端の機能を使用しようとしても、決して同じことはできない。各メーカーの得手・不得手が明確に反映されるほどに、技術開発競争が高度になってきているという見方もある。また、それと同等に臨床的な要求も高度となり、モダリティの特性を的

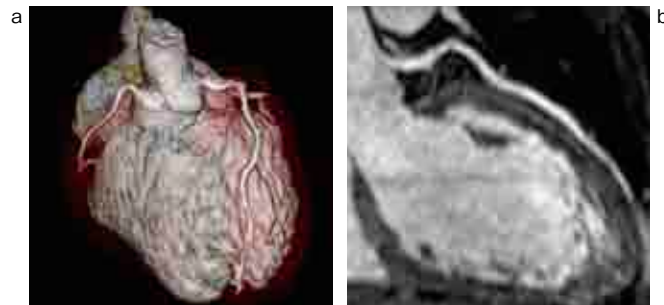


図3 MRIによる冠動脈の描出

VR(a)とCPR(b)で表示した冠動脈MRアンギオグラフィ。正常の太い冠動脈の描出は良好だが、空間分解能の点から、細い血管の描出や血流速度が一定でない血管の評価、あるいは不整脈を有する症例での応用は困難を伴う。CTと異なり、石灰化の影響を受けない点はMRIの利点でもある。

確に判断した上でモダリティの選択を行い、かつ、診断のプロセスにも精密さが要求されるようになってきていると考えることもできる。裏を返せば、ワンストップショップとは、逆行する動きがすでに起こっているということである。

ひと言でCardiac Imagingと言っても、冠動脈の内腔を見るのか、動脈壁を見るのか、心筋を見るのか、動態的な機能を見るのか、あるいは代謝などの機能を見るのかによって、診断のアプローチも使うべき技術もおおのずと異なってくるはずである。

つまるところ、装置の開発にあたっては臨床の現場のニーズを的確にとらえ、そこに新しい技術がどのように適応されるのかを考えるとともに、何が不足しているのかを考えて次の技術開発につなげていくことが重要である。一方で、使う側はそれぞれの違いを的確にとらえ、さまざまなモダリティの特性を考え組み合わせることにより、マルチモダリティによる診断技術の成熟を実現することが肝要であろう。また、それと同時に各種診断法におけるピットフォールや、原理的に生じうるリスク(被ばくや高磁場、高周波への曝露など)を最小限にするための努力も怠らないようにする必要がある。

本特集においては、これらを踏まえ各分野のエキスパートに各種モダリティの最新情報を技術編(4月号)で解説していただき、臨床編(5月号)では現場におけるこれらの装置の活用法を解説していただく予定である。本特集がより良い診療の一助となれば幸いである。