

Role of Magnetic Resonance and Intravascular Magnetic Resonance in the Detection of Vulnerable Plaques

不安定プラークの検出における磁気共鳴と血管内磁気共鳴の役割

Robert L. Wilensky, MD,* Hee Kwon Song, PhD,† Victor A. Ferrari, MD* †
Philadelphia, Pennsylvania

From the *Cardiovascular Division and the†Department of Radiology, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania. Dr. Wilensky's potential conflicts of interest are as follows: Scientific Advisory, Board member for Topspin Medical (maker of the intravascular MRI device), Medeikon, and Boston Scientific Corp.; stock options in Topspin Medical and Medeikon; equity interest in Johnson & Johnson Company; research grants from Boston Scientific Corporation, GlaxoSmithKline Inc., and Medeikon; Speaker's Bureau for Pfizer Corp. Dr. Ferrari has grant support from Novartis Inc. and Glaxo SmithKline Inc. Dr. William A. Zoghbi acted as guest editor.

Manuscript received June 16, 2005; revised manuscript received November 8, 2005, accepted November 12, 2005.

新潟アンギオ画像研究会
新潟県立坂町病院 新保 聡

今回本文献中から、急性冠症候群の原因とされる冠動脈における、不安定プラークを検出できる可能性のある新しいプローブ (self-contained intravascular MRI) について紹介します。興味・関心をもたれる方はぜひ原書のご一読をお勧めします。(Figureの解説が詳細にのべられている) また、製造元 (TopSpin Medical) のホームページも参考になるかと思しますのでご覧下さい。

<http://www.topspin.co.il/site/homepage.asp>

Abstract

非侵襲性の磁気共鳴映像法(MRI)は、血管の三次元構造測定や、ハイリスク患者群の無症状アテローム性動脈硬化症の存在検出、個々の患者の治療を最適化するために使用されている。実に優れたMRIの軟部組織を表現する能力は、アテローム性動脈硬化症プラークに含まれる、脂質、繊維組織、カルシウム、血栓形成の様々な構成の描写を可能にする。しかしながら、冠動脈の非侵襲性MRIでの視覚化は現在、冠動脈の小ささや、深い動脈の位置、血管の動きによって制限されている。MRイメージングと分子プローブの組み合わせは、アテローム性動脈硬化症組織内の生物学的過程の直接的視覚化への刺激的可能性を提供する。組み込み型血管内MRIプローブは、ハイリスクな冠動脈のアテローム性動脈硬化症の病変ともに増加した表面的な脂質含有量の同定に見込みがあるように思える。

(J Am Coll Cardiol 2006;47:048-56) © 2006 by the American College of Cardiology Foundation

Introduction

磁気共鳴映像法(MRI)は、血管プラーク量の定量化と病変成分の評価に可能性のあるアプローチとしてますます認められている。このような非侵襲性の方法の利点は、カテーテル操作や造影剤の全身影響や不必要なX線の被ばくの回避によって本質的に危険が低いことである。血管造影法は管腔の狭小化の程度や範囲を測定する優れたツールだが、管腔エリアが活動的な血管リモデリングによって維持されるとき、初期病変を検知することができない。これは、高度の冠動脈狭窄は持続的な虚血を引き起こすので血管造影法で検知できるが、活動的なリモデリングを伴った病変は、しばしば、心筋梗

塞や死を引き起こすにもかかわらず、検知できないことを意味する。これに反して、磁気共鳴映像法は、三次元を考慮に入れた血管構造の評価やアテローム血栓性のプラークに含まれる、脂質、繊維組織、カルシウムそして血栓形成の様々な成分の優れた描写ができる。最後に、細胞や分子を目標に MRI を結びつけることは、潜在的に不安定な障害(つまり、皮膜厚、脂質含有量、および活性化マクロファージ、組織因子あるいはインテグリンの存在)の生物活動に関する重要情報を提供するかもしれない。

現在、冠状動脈の不安定プラークを分析する外部場 MRI の可能性は、技術の制限をうけ実証されていない。しかしながら、MRI は大動脈と頸動脈中のプラークサイズおよび構成を決定するために使用され、また、MRI ガイドの冠状動脈カテーテル法は実験モデルで行なわれている。従って、このレビューは、形態学や不安定プラーク評価での従来・血管内 MRI 法の役割を強調して記述し、冠状動脈プラーク生物学上の生体内情報を付加的に貢献するために、新しい細胞・分子イメージテクニクの可能性を述べる。

SELF-CONTAINED INTRAVASCULAR MRI

組み込み型血管内 MRI

外部コイル MRI 固有の制限を回避するまで、MRI の様々な組織特性を識別する能力を利用するひとつの取り組みは、組み込み型 MRI プロブである。先の、MR を使用する研究は、アテローム性動脈硬化症プラーク脂質コアのコラーゲン被膜と内側平滑筋層とで異なる水拡散係数を実証した。血管内 MRI (IVMRI) は、範囲や増加した血管の脂質潜入の位置を決定するためにこれらの差を利用する (Fig. 5)。脆弱な病変、薄い繊維性皮膜アテロームは動脈壁 (<250 μm) 表面内の高脂質の皮膜内に平滑筋細胞や細胞外基質の存在をほとんど示さないと考え。反対に、高度な細胞外基質や平滑筋細胞の豊富な組織の存在は、安定で脆弱でない病変の存在を示すと考える。このカテーテルは従来の MRI と比較して、優れた空間分解能を提示する。従来の MRI は、おおよそ 0.46mm の平面解像度および 2~5mm のスライス厚さを備えた長方形グリッドに、冠状動脈の画像を得ることができるが、IVMRI はおおよそ 1.5mm の Z 解像度および 60 度の角分解能の円筒状型グリッドで画像を得る。IVMRI プロブは、250 μm の放射状分解能を提供する。

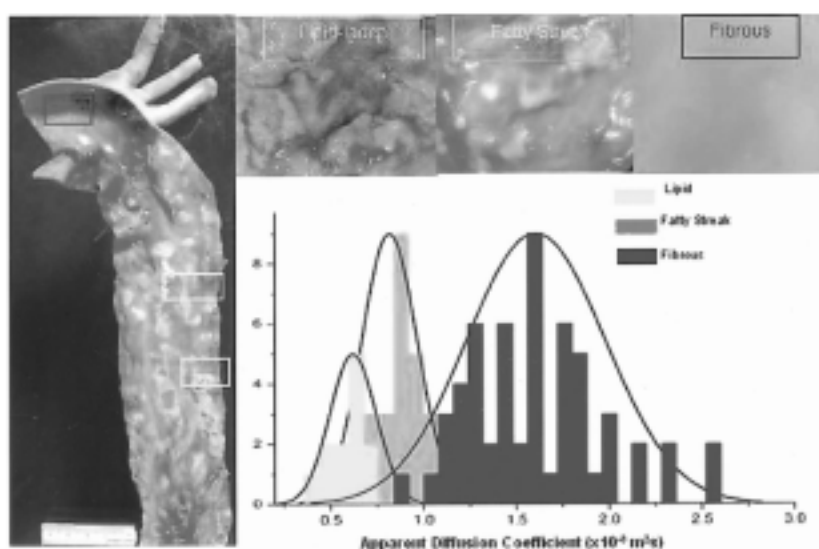


Fig. 5

TECHNICAL PROPERTIES OF THE IVMRI CATHETER

IVMRI カテーテルの技術的な特性

このシステムは、カテーテルの先端に磁石、RF コイル、電子機器を含み統合した MRI プロブから成り、ポータブル制御装置に接続する。外部磁石やコイルを持たないので、このシステムは、運送可能で、心臓カテーテル室で検査を行なうことができる。モーションアーチファクトを除去するために、

RF コイルの反対側に置かれたバルーンを問題になっている動脈区域上でプローブと並列に膨らませる。管腔の浅い帯域 (0~100 μm) と深い帯域 (100~250 μm) の2つが同時に得られる (Fig. 6)。頸動脈内膜除去術と MRI プローブとあわせた予備試験で脂質に富んだ組織を 90%の感度で繊維組織と区別することができるということを証明した (J.Schneiderman, MD, unpublished results, 2001)。

人間の血管組織中の構成を分析する IVMRI カテーテルの概念の証明は、死直後の人間の動脈や血管が原因と推測される死にそうな患者の冠動脈による研究で示された。95%の感度および 100%の特異性で、MRI データと組織学(潰瘍化プラーク、薄い繊維被膜アテローム、厚い繊維被膜アテローム、内膜の黄色腫、順応性の内膜肥厚)に強い相関性があった。

さらなる研究は、生体位の冠動脈を備えた体外心臓で行なわれ、中間動脈の組織学と IVMRI の強い相関性を実証した。IVMRI ユニットの臨床研究は中等病変の患者の血管造影評価や付随する経皮的冠動脈インターベーション中に始められた (Fig. 7)。初期の結果は、冠動脈脂質含有量の臨床評価が実現可能で安全であることを示した。将来の発展は、集中増加したマクロファージや(または)血栓の存在を見つけるために IVMRI での分子やコントラスト画像を利用するかもしれない。

現在、IVMRI プローブの安全性評価と臨床の可能性は、国際的多施設第二相治験で評価がはじめられた。同様に MRI と分子プローブの組み合わせは臨床的に評価されている。冠動脈のハイリスクの薄い繊維性被膜アテロームの評価のための非侵襲性 MRI は、まだ開発中である。

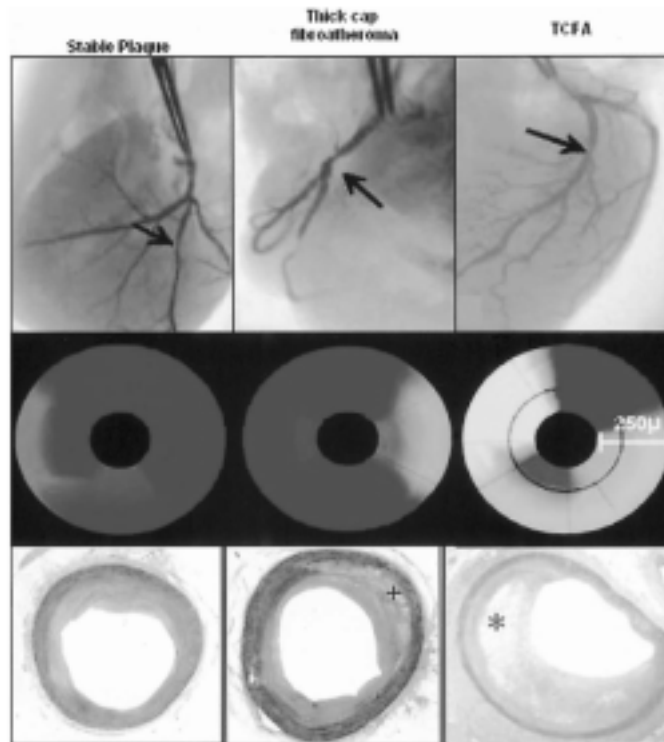


Fig. 6

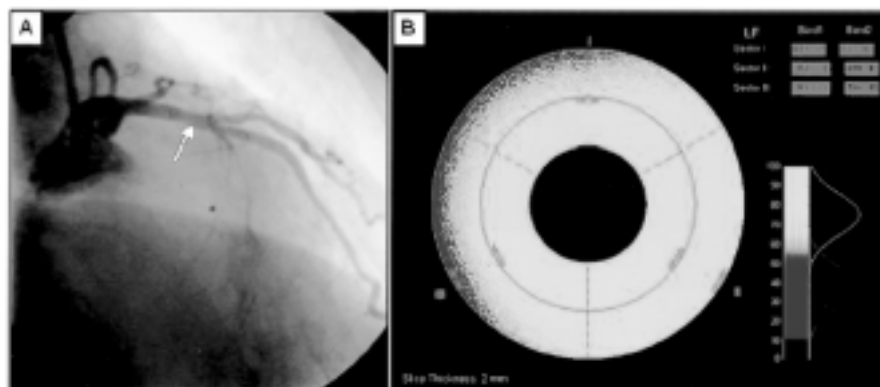


Fig. 7