

Comparison of tissue characterization of coronary plaques between integrated backscatter intravascular ultrasound color-coded mapping method and angiography

Background: It is clinically important to define tissue characterization of plaques in coronary arteries in vivo. We recently reported that integrated backscatter (IB) intravascular ultrasound (IVUS) color-coded mapping method reflected histology accurately and could determine the size of lipid pool and the thickness of fibrous cap which are impossible using conventional IVUS. However, no one has done a study comparing angiographic findings and IB-IVUS findings in vivo.

Methods: IB-IVUS and angiographic analyses were performed in human coronary arteries of 24 segments in 8 patients with angina pectoris. In our IB-IVUS analysis, radio-frequency (RF) signals, which were digitized at 1GHz in 8 bit resolution, were obtained by an IVUS system (Boston Scientific) using a 30 or 40 MHz catheter. IB values of the RF signal from each ROI were classified into calcification (-30 to -23 dB), fibrosis (-63 to -55 dB), lipid pool or intimal hyperplasia (-71 to -64 dB) and fresh thrombus (-88 to -80 dB). We analyzed 5120 ROIs in each ring-like segment. Then color-coded maps of the entire arterial wall in each segment were constructed by computer. In an angiographic analysis, images obtained using a Vecmova (4.5F) catheter, were classified into white plaque (W), light yellow plaque (LY) and yellow plaque (Y). Angiographic findings were compared with color-coded maps obtained by the IB-IVUS analysis.

Results: W in angiography (n=11) represented fibrous plaques without lipid pool (n=5) or plaques with thick fibrous caps whose thicknesses were more than 300 μm and with small lipid pools whose sizes were less than 500 μm in IB-IVUS (n=6). LY in angiography (n=9) represented plaques with fibrous caps whose thicknesses were between 100 and 300 μm and with small lipid pools whose sizes were less than 500 μm in IB-IVUS. Y in angiography (n=4) associated with plaques with thin fibrous caps whose thicknesses were less than 100 μm and with large lipid pools whose sizes were more than 500 μm in IB-IVUS.

Conclusion: The IB-IVUS color-coded mapping method we developed reflects tissue characterization of plaques more precisely than angiography.

Integrated backscatter (IB) 法による血管内超音波 (IVUS) によるヒト冠動脈プラークの組織性状診断と内視鏡所見との比較

【背景】冠動脈プラークの組織性状診断は今後の循環器学の最も重要な課題である。最近我々は IB による血管内超音波 (IVUS) により構築された color-coded map が組織所見を良く反映し lipid pool の大きさや fibrous cap の厚さを測定できることを報告した。すなわち同一切片での組織所見との比較からそれぞれの IB 値を thrombus; $-88 < \text{IB} \leq -80\text{dB}$ 、lipid pool or hyperplasia; $-71 < \text{IB} \leq -64$ 、fibrosis; $-64 < \text{IB} \leq -55$ 、calcification; $-30 < \text{IB} \leq -23$ と定義し、各切片につき 5120 個の ROI で構成される二次元 color-coded map を作成した。しかしこの IB-IVUS の所見と血管内視鏡所見との比較はなされていない。

【方法】超音波測定装置は Boston 社製 IVUS システムと 30 及び 40MHz IVUS カテーテルを使用し、1GHz でデジタル化された高周波信号を解析した。8 例の狭心症患者の冠動脈プラーク 24 病変について ROI の大きさを、深さ 0.1mm、角度 1.4 度として IB 値を検討した。

同部位の内視鏡所見は white plaque (W), light yellow plaque (LY) と yellow plaque (Y)に分類した。

【結果】 WはIB-IVUSで fibrosis か fibrous cap が $300\mu\text{m}$ 以上で lipid pool が $500\mu\text{m}$ 以下のプラークであった。LWは fibrous cap が $100\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下で lipid pool が $500\mu\text{m}$ 以下のプラークであった。Yは fibrous cap が $100\mu\text{m}$ 以下で lipid pool が $500\mu\text{m}$ 以上のプラークであった。【結語】 IB-IVUSによる color-coded map 法を利用して、血管内視鏡よりさらに詳細に冠動脈プラークの組織性状診断が可能である。

質疑応答

- 質問 1 IVUS の axial の解像度は $150\mu\text{m}$ ぐらいだったと思いますが $100\mu\text{m}$ の厚みの解析はどのようにして行ったのですか。
- 応答 40MHz のカテーテルを使用すれば組織中の音速が約 1500m/s の場合 $50\mu\text{m}$ 弱の解析は可能と思います。今回の場合 ROI の大きさを、深さ方向 $100\mu\text{m}$ に設定したので ROI の数が 1 つの場合 $100\mu\text{m}$ と決定しました。
- 質問 2 今回は fibrous cap の厚みが実際に $100\mu\text{m}$ 以下の場合でも $100\mu\text{m}$ にカウントされるのですか。
- 応答 そのとおりです。
- 質問 3 fibrous cap の厚みや lipid pool の大きさの golden standard は組織像だと思うのですが、血管内視鏡所見とその組織像の比較は行っていますか。
- 応答 行っておりません。なぜなら我々は以前に ex vivo で IB-IVUS により構築された color-coded map が同一切片での組織像を非常に良く反映することを報告しています。従って IB-IVUS で、内視鏡所見のどのタイプがどれぐらいの fibrous cap の厚みや lipid pool の大きさかを測定することは可能です。