

Ultimate Miniaturization of Intravascular Ultrasound Transducer: Feasibility of a Novel Guide-wire Type Imaging Catheter (Terumo)

Kenichi Ito, Masakazu Yamagishi, Tetsu Yamaguchi, Hatsue Ishibashi-Ueda, Chikao Yutani, Yagami Hiroyuki, National Cardiovascular Center, Osaka, Toho University, Tokyo, Terumo Corporation, Tokyo

Background. We developed a new guide-wire type intravascular ultrasound (IVUS) imaging catheter that equipped an ultimately miniaturized ultrasound transducer, and tested it by using human coronary specimens in vitro to determine suitable element size and frequency. Furthermore, we compared IVUS measurements with histological measurements to assess the accuracy of this IVUS.

Methods. The catheter is very flexible with a diameter of 0.025 inch. The size of imaging element is 0.3mm or 0.4mm in diameter 0.25, and rotates at 1,800rpm. In this study, 4 prototype imaging catheters which were consisted of imaging element size 0.3mm or 0.4mm, frequency 35MHz or 25MHz were used. Coronary arterial samples excised in 10mm length were immersed in a warmed (35°C) saline bath, and were observed by using motorized IVUS pullback system at a speed 0.5mm/sec. A total of 12 samples were used to obtain IVUS images in vitro. Vessel area and lumen area measured by histological microscopic slides and IVUS images were compared for 50 human coronary arterial segments.

Results. This IVUS images clearly described vessel wall morphology and had a similar appearance on conventional IVUS images. Vessel area and lumen area were identified corresponding to the finding of histological microsections. The IVUS imaging with 0.4mm element and 35MHz visualized more clearly than that with 0.3mm element and 25MHz. There were excellent correlations between IVUS measurements and histological measurements as follows; vessel area($y=1.3x-0.4$, $r=0.89$), lumen area($y=1.6x-1.4$, $r=0.82$). Non uniform rotational distortion was not observed in all transducers when these were examined with phantom model.

Conclusions. This guide-wire type IVUS imaging catheter provides an accurate qualitative and quantitative information about vessel wall morphology, compared with histological measurements. This catheter has great potentials which can be used through 5Fr size guiding catheter for diagnosis. We suggest the present catheter is useful for the evaluation of not only natural atherosclerotic disease but also accelerated transplant vasculopathy that should be carefully and frequently observed after heart transplantation.

超小型血管内超音波法：新しいガイドワイヤー型カテーテルの有用性

【目的】超小型血管内エコーによる冠動脈病変の形態・狭窄度の評価を、病理組織標本の計測結果から、その有用性および適切な超音波設定について検討した。

【方法】テルモ社製ワイヤータイプ (0.025 inch) 血管内超音波探触子を研究に用いて実験を行った。冠動脈の病理組織標本を in vitro での超小型血管内エコー画像所見と、エコー像と同一切片での病理組織所見との比較を行った。全血管面積、内腔面積の計測等の評価から同 IVUS の精度を評価し、同様の計測、画像評価を 35MHz, 25MHz にて行い、同 IVUS の至適周波数を検討した。超音波探触子のサイズ (0.3mm, 0.4mm) ・発信周波数 (25MHz, 35MHz) で分類した 4 種類の探触子を使用した。

【結果】組織解像度において、探触子サイズの比較では、0.3mm と比べ 0.4mm の方が血管内ノイズが少なく、鮮明な画像が得られた。また発信周波数の比較では、25MHz に比べ 35MHz の方が分解能が良好であった。血管内エコー法で得られた像と同一切片での病理組織所見との相関をみると、血管面積、内腔面積いずれも、相関係数 $r=0.75\sim 0.92$ で良好な相関が認められた。

【結論】探触子サイズの面からは、0.3mm より 0.4mm で、周波数からは 25MHz より 35MHz の方が画像解像度および病変形態評価が優れており、臨床的にも有用と思われた。本研究からは、冠動脈

病変の形態評価としては今回の超小型 IVUS は既存の IVUS と同等であったが、プラーク性状の評価については既存の 40MHz の IVUS には劣ると思われた。今後、カテーテルサイズを今回使用した 1.9F のまま、探触子サイズを 0.4mm、周波数を 40MHz まで高めた IVUS が、診断カテーテル検査において有用になると考えられる。

質疑応答

問：40MHz より 35MHz の方が解像度が良いのか？

答：はい、この研究には 40MHz を用いていないが、40MHz の方がよくみえる。

問：25MHz の IVUS 画像はよく見えないのか？

答：画像が粗くなり、解像度がわるかった。

問：ring down はあるのか、浅いところはよくみえるのか？

答：ring down は従来の IVUS と同程度であり、冠動脈の観察は十分可能である。

問：外膜までよくみえるのか？

答：外膜まで観察可能である。

問：以前、山口先生が発表したものとの違いは？

答：以前の報告では、大腿動脈での評価であったが、今回は冠動脈で検討しました。

問：in vivo ではまだ施行していないのか？

答：まだ行っていません。