

冠動脈用タンタルムステントのMRA撮像法に対する影響 —*in vitro*での検討—

天野康雄，岡島雄史，弦間和仁，隈崎達夫

日本医科大学放射線医学教室

はじめに

心筋梗塞の冠動脈狭窄に対し，ステントを用いた治療法が施行されるようになってきている¹⁾．これらのステントはステンレスやタンタルムを素材として作製されているが²⁾，近年冠動脈の検査として注目されている magnetic resonance (MR) imaging^{3),4)}に対する影響を検討した報告は少ない²⁾．とくに，MR angiography (MRA) では susceptibility に鋭敏な gradient echo 法を使用するため，各種 MRA 撮像法におけるステントの影響を基礎的に確認しておく必要がある．今回我々は，*in vitro* の実験にて冠動脈用タンタルムステントが各種 MRA 像に与える影響を検討したので報告する．

対象と方法

使用した冠動脈用タンタルムステントは，16 mm 長の Wiktor stent (Medtronic 社製) で，外径 4.4 mm，内径 3.2 mm の塩化ビニル製チューブ（石川製作所）内に留置した (Fig. 1(a))．臨床の MRA の条件に近似させるために，チューブ内には脂肪よりやや短い T₁ 値である約 165 ms の希釈ガドリニウム液

をみたし，チューブは主磁場に平行に設置した．

使用 MRI 装置は GE 社製 Signa Horizon (1.5 T) で頭部用コイルを用い，撮像範囲は 16×16 cm とした．撮像条件は臨床の MRA に準じ (Table 1)，3次元 time of flight 法

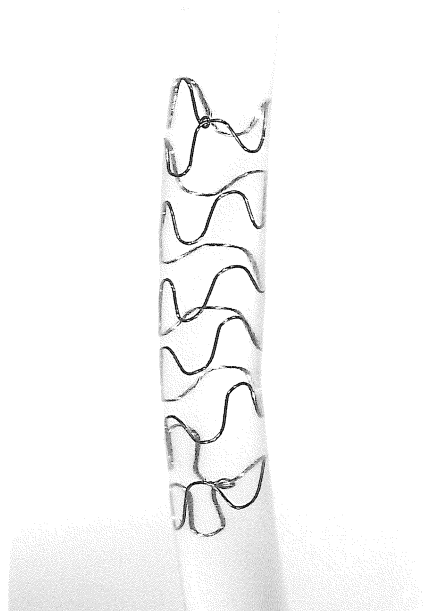


Fig. 1. (a) The tantalum coronary artery stent in the tube is presented.

キーワード coronary artery stent, tantalum stent, magnetic resonance imaging, magnetic resonance angiography

(3D TOF), 2D TOF, 2D multislice gradient echo 法, 2D segmented k-space gradient echo 法^{3),4)} (fastcard) および cine phase contrast 法 (cine PC) にて撮像し, また echo planar 法 (EPI) を 2 条件で撮像した. 2D TOF ではチューブの長軸に垂直に, 他の撮像法では平行に撮像断面を設定した. チューブ内溶液は静止していたため, fastcard および cine PC ではボランティアの脈波を利用して撮像条件を設定した. 各 MRA 撮像法ごとに, ステント部および近傍部のステントによるアーチファクトとチューブ内の信号の描出を, 2 名の放射線科医が以下の基準で判定し, 点数が異なった場合は合議にて決定した. 0 : ステントのアーチファクトが著しく, チューブ内の信号を認めない, 1 :

ステントのアーチファクトは著しいが, チューブ内の信号は認められる, 2 : ステントのアーチファクトによりチューブ全体が狭窄してみえる, 3 : ステントのアーチファクトによるチューブの狭窄は部分的である, 4 : ステントのアーチファクトはなく, チューブ内の信号の描出は良好である.

3D TOF と 2D TOF では再構成像で, 2D multi-slice gradient echo 法, fastcard, cine PC および EPI ではチューブの最もよく描出されている断面上記の判定を行った.

結果 (Table 1)

ステントによるアーチファクトはすべての撮

Table 1. MRA Pulse Sequences and Assessment of Effect of Coronary Artery Stent

MR angiography	pulse sequence (TR/TE/FA*ST)	MTX (BW)	Ass1	Ass2
three-dimensional MRA without FS	RF-spoiled GRASS (11.4/2/60*2 mm)	512*128*32 (32)	3	4
with FS	RF-spoiled GRASS (20.9/2/60*2 mm)	512*128*32 (32)	3	4
two-dimensional MRA with FC	RF-spoiled GRASS (46/6.9/45*3 mm)	256 L 160*40 (16)	2	3
two-dimensional multislice gradient echo	RF-spoiled GRASS (336/2.4/90*3 mm)	512*128*20 (31.3)	2	4
segmented k-space gradient echo with FC and FS (fastcard)	GRASS (12.2/2.8/30*4 mm)	256*128*4 (15.6)	2	4
cine phase contrast	GRASS (33/6.4/30*5 mm)	256*128*1 (16)	2	4
echo planar imaging	one shot EPI (1000/60/90*5 mm)	128*128*1 (64)	0	1
	four shots EPI (1000/60/90*5 mm)	256*128*1 (64)	1	2

GRASS : gradient echo in steady state, RF : radiofrequency pulse, EPI : echo planar imaging, TR : repetition time (ms), TE : echo time (ms), FA : flip angle (degree), ST : slice thickness, MTX : matrices*section, BW : band width (kHz), FS : chemical shift selective fat-suppression, FC : flow compensation Ass1 : effect of stent on MRA in the stent, Ass2 : effect of stent on MRA near the stent

Grade of effect of stent on MRA : 0 ; the signal in tube is absent owing to the artifact of stent, 1 ; minimal signal in the tube is detected owing to the artifact of stent, 2 ; the tube is investigated as stenotic owing to the artifact of stent, 3 ; the tube is investigated as partially stenotic owing to the artifact of stent, 4 ; signal in tube is well detected without artifact of stent

1996年6月18日受理 1996年8月6日改訂

別刷請求先 〒113 東京都文京区千駄木 1-1-5 日本医科大学放射線医学教室 天野康雄

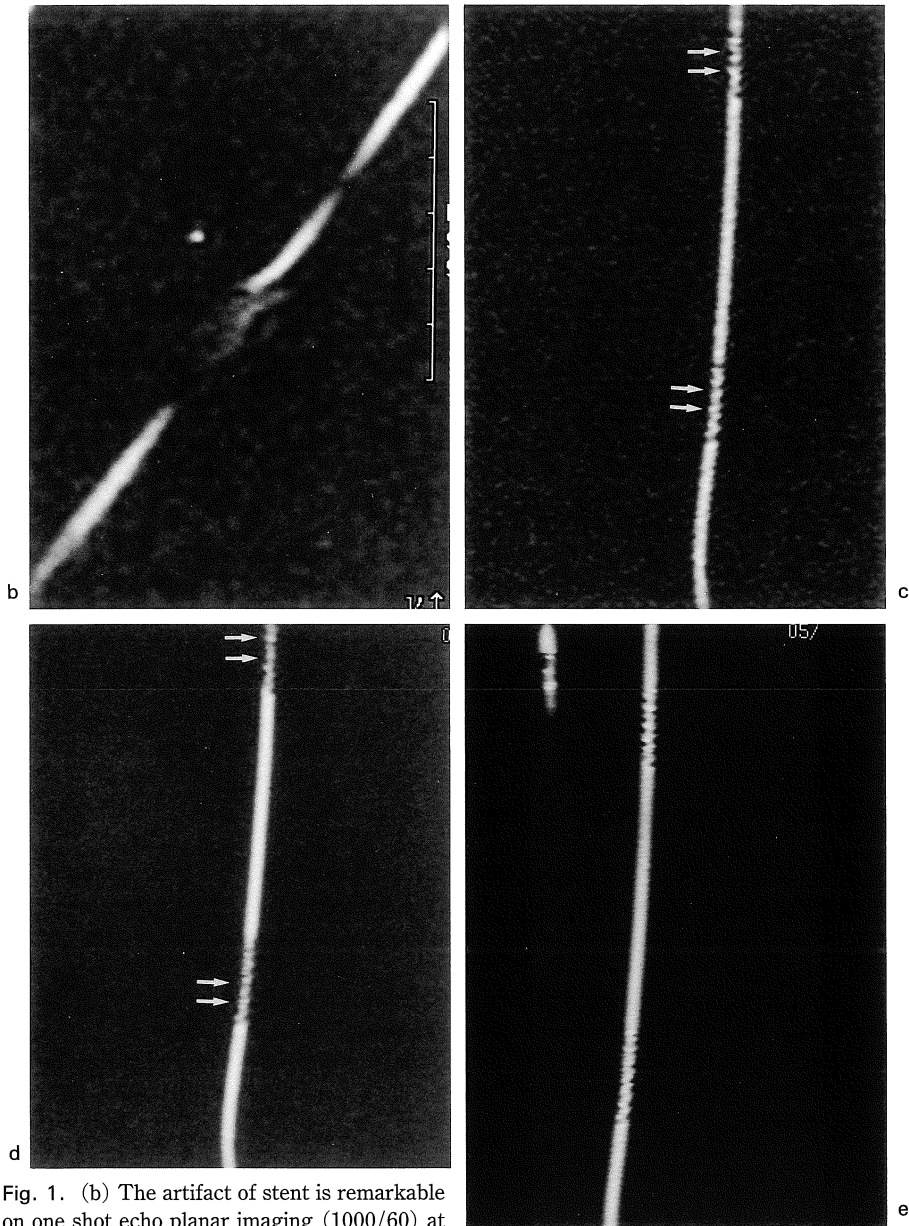


Fig. 1. (b) The artifact of stent is remarkable on one shot echo planar imaging (1000/60) at and near the stent. (c) Segmented k-space gradient echo (12.2/2.8/30°) used on coronary artery MR angiography shows the artifact of stent (arrow), whereas the signal between the stent mesh is well detected. (d) Cine phase contrast (33/6.4/30°) used on flow analysis exhibits the artifact of stent mesh (arrow). (e) Three-dimensional fat-suppressed time-of-flight (20.9/2/60°) shows the signal in the tube well except for stent mesh.

像法で認められ、EPIではステントおよび近傍の信号を把握できなかった (Fig. 1(b)). 冠動脈の撮像法である fastcard (Fig. 1(c)) と流速測定のコホレント撮像法である cine PC (Fig. 1(d)) では、ステント内は2点、近傍が4点であり、ステント部は狭窄として認められた。3D TOFではステント部の狭窄は部分的で(3点)、繰り返し時間の増加によりチューブ内信号が強くなる、脂肪抑制併用3D TOFではステント内の信号は最も明瞭であった (Fig. 1(e)).

考 察

冠動脈をはじめとする血管内ステント治療が多く施行されているが¹⁾、長期にわたる経過観察には非侵襲的な検査法が望ましい。MRAは非侵襲的に冠動脈の狭窄やバイパスグラフトの開存を評価することができるが⁴⁾、冠動脈ステントのアーチファクトを各種MRA撮像法にて検討した報告はみられない。今回使用したタンタルムステントは、非磁性でありMRI検査の施行は可能であるが²⁾、これは局所にアーチファクトのないことを意味するものではない。

本検討では各種MRA撮像法にて、ステント部にアーチファクトを認めた。一方、ステント留置後狭窄の約1/4が生じるステント近傍部²⁾にはステントによる影響は認められず、この部分の臨床評価は可能と考えられた。また、ステント内信号が認められた場合には、その閉

塞は否定できると思われた。

本検討の課題として、ステントによるアーチファクトのために1mm以下のステント内狭窄の評価²⁾が困難であることが予想された。また、他の種類のステントとの比較も今後行うべきと思われた。しかし、今回の3D TOFのごとくエコー時間の短い撮像法ではステントのアーチファクトは少なく、さらに造影剤投与などにより血管内信号が強調されればアーチファクトの影響は相対的に低く評価されることが示された。臨床例では今回と異なる受信用コイルを用いつつ、MRAの撮像法の改良とともに、冠動脈タンタルムステント留置症例に対する経験を重ねていくべきと考えられた。

文 献

- 1) Serruys PW, Strauss BH, Beatt KJ, et al. : Angiographic follow-up after placement of a self-expanding coronary artery stent. *N Engl J Med*, 324 : 13-17, 1991.
- 2) Scott NA, Pettigrew RI : Absence of movement of coronary artery stents after placement in a magnetic resonance imaging field. *Am J Cardiol*, 73 : 900-901, 1994.
- 3) Edelman RR, Manning WJ, Burstein D, Paulin S : Coronary arteries : breath-hold MR angiography. *Radiology*, 181 : 641-643, 1991.
- 4) Manning, Li W, Edelman RR : A preliminary report comparing magnetic resonance coronary angiography with conventional angiography. *N Engl J Med*, 328 : 828-832, 1993.

**Effects of Tantalum Coronary Artery Stent on Signal Intensity
in Magnetic Resonance Angiography
—*in vitro* Study—**

Yasuo AMANO, Yuhji OKAJIMA, Kazuhito GEMMA
Tatsuo KUMAZAKI

*Department of Radiology, Nippon Medical School
1-1-5 Sendagi, Bunkyo-ku, Tokyo 113*

The purpose of this *in vitro* study was to assess the effect of coronary artery tantalum-stent on signal intensity of magnetic resonance angiography (MRA). The pulse sequences used in this study were three-dimensional time-of-flight with or without fat suppression, two-dimensional time-of-flight, segmented k-space gradient echo, cine phase contrast, and echo planar imagings. The artifact of the stent was relatively small except for echo planar imagings. This result suggested the possibility of MRA to investigate the coronary artery after placement of the stent.