

MCIS Vol.6

The Most Conformable Intracranial Stent

仙台医療センターにおける Neuroform[®]ステントの撮影について

国立病院機構仙台医療センター 放射線科 主任診療放射線技師

高橋 大樹 先生

国立病院機構仙台医療センター 脳血管診療部長 脳卒中センター長

江面 正幸 先生

はじめに

我が国では、脳動脈瘤コイル塞栓術支援用ステントとして2010年にEnterprise、2012年にNeuroform EZ Stent Systemが認可され、従来のコイル塞栓術では治療困難であったワイドネック型脳動脈瘤に対する治療が可能になった。ステントは、コイル塊の母血管への突出、逸脱を防ぐ目的で使用される。2015年にはLVIS Jr.とEnterprise 2が認可され、コイル塊の母血管への突出、逸脱を防ぐ目的だけでなく、分枝を保護する目的でも積極的にステントが使用されるようになった。NeuroformステントとEnterprise (2を含む)、LVIS Jr.にはそれぞれ構造に特徴があり、NeuroformステントはOpen cell、EnterpriseとLVIS Jr.はclosed cellにて構成されている。当院では、血管部位ごとにそれぞれの特徴を考慮してステントが選択されている。平成27年度のステント併用脳動脈瘤コイル塞栓術は31例32部位に施行したが、Open cell構造のNeuroformステントはIC-PC ANにて6例6部位、Paraclinoid IC ANが8例9部位、closed cell構造のEnterpriseやLVIS Jr.はAcom ANにて9例9部位、IC-PC ANにて2例2部位、BA・VA ANにて7例7部位の塞栓術に使用した。Neuroformステントが、主にSupraclinoid ICAに留置されているのは、その構造の特徴である独立したセグメントが屈曲した血管に対して優れた密着性を有しているため、incomplete stent appositionを起こしにくいことにあるが、セグメントの自由度が高いことにより、高度屈曲部位ではステント・ストラットの血管内へのfish scale、動脈瘤内へのherniationが見受けられる。ステントを評価するための撮影は、治療手技の安全性、確実性を高めるために必須な撮影である。

当院では、ステント併用コイル塞栓術の際、ステント撮影として高解像度CBCT撮影である80kv high resolution XperCT (Philips) モードにて、ステント留置直後、コイル塞栓直後の2回撮影を行っている。また、フォロー検査でもステント撮影を行っている。

本稿では、ステント撮影の撮影条件、造影剤注入条件、最適血管内濃度、臨床例を用いた評価ポイントを紹介する。



■ 使用機器

血管撮影装置：Allura Xper FD20/20 (Philips)
ワークステーション：Xtravision R8.8 (Philips)
インジェクター：PRESS DUO (根本杏林堂)
Digital 値 (Pixel Index) 測定ソフト：Osirix M

■ 撮影プロトコール

80KV high resolution XperCT (8inch)

■ 使用造影剤

オイパロミン 300

ステント撮影方法

当院のステント撮影はステント・ストラットの描出を目的にしているため、高解像度撮影モードである80KV high resolution XperCT (8inch) で撮影している。

画像再構成

基本再構成条件：FOV 33%、再構成 Matrix 256、再構成関数 stent

ステント・ストラットを描出しなければいけない (Open cell 構造である Neuroform ステントでは特に重要) ため、高解像度再構成が求められるがコントラストとのトレードオフ、MAR (Metal Artifact Reduction) は Matrix が 256 のみ使用可能であることを考慮して、当院では上記の条件を使用している。(Fig.1、Fig.2)

コントラスト	低	高	解像度	低	高
再構成 Matrix	512	256	再構成 Matrix	256	512
再構成関数	Stent	Soft tissue	再構成関数	Soft tissue	Stent
再構成FOV	33%	50%	再構成FOV	50%	33%

Fig.1：再構成パラメータの特徴

Stent 256 33%	Stent 256 50%
Stent 512 33%	Stent 512 50%

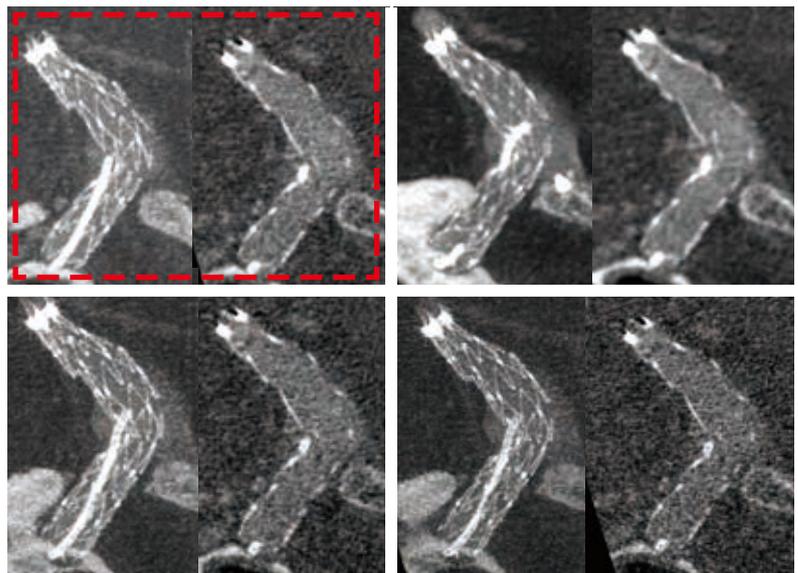


Fig.2：再構成パラメータ別の臨床画像

造影剤注入条件

当院は、2筒式造影剤注入装置 PRESS DUO を使用している。2本のシリンジにはそれぞれ 100% 造影剤（原液）、ヘパリン入り生理食塩水を充填してステント種類ごとに造影剤の濃度を調整（希釈）している。（Fig.3）

	構造	Stent種類	造影剤濃度
脳動脈瘤 コイル塞栓術 アシストステント	Open cell	Neuroform	20%
	Closed cell	Enterprise	15%
		Lvis (Jr)	30%

Fig.3：仙台医療センターにおけるステント種類別の造影剤濃度

造影剤注入条件・Phantom study

造影剤濃度：20% 希釈造影剤

造影剤+生食：25ml

注入時間：25s

循環モデルを用いた tube 径、造影剤注入速度、造影剤濃度を変化させた時の tube 内 Digital 値 (Pixel Index) を測定した。

tube 径 (Fig.4)：

径が大きくなると tube 内 Digital 値は低くなる。

造影剤注入速度 (Fig.5)：

注入速度が速くなると tube 内 Digital 値は高くなる。

造影剤濃度 (Fig.6)：

濃度が高くなると tube 内 Digital 値は高くなる。

造影効果は血管径の影響を受ける。対象血管径により造影剤注入速度、濃度を調節することもある。

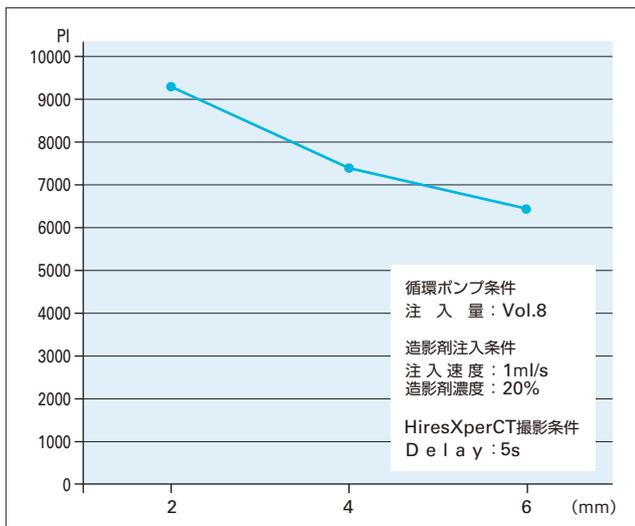


Fig.4：血管径別 tube 内 Digital 値

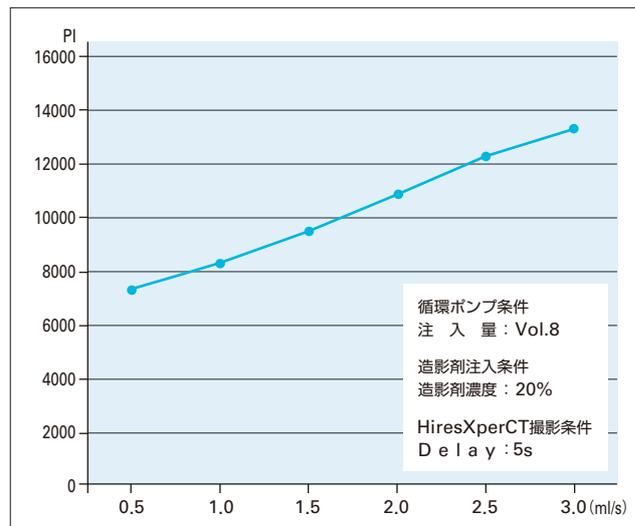


Fig.5：注入速度別 tube 内 Digital 値

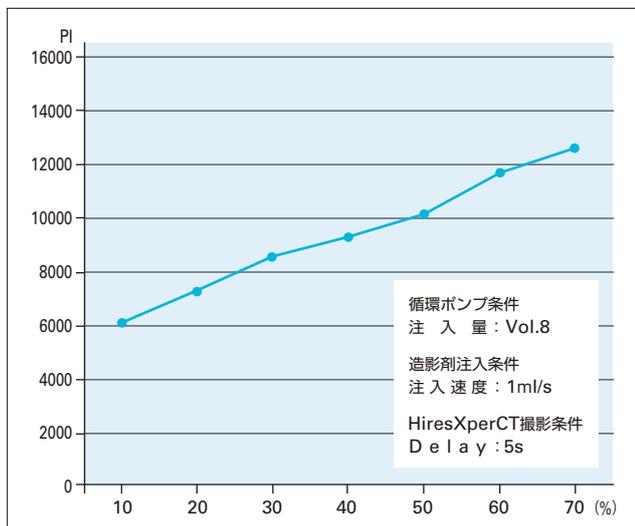


Fig.6：造影剤濃度別 tube 内 Digital 値

適正血管内濃度

- 血管、ANの輪郭が見える。
- ステント・ストラットが見える。

Neuroform ステントは血管内濃度がある程度高くてもステント・ストラットは確認出来る。(Fig.7) そのため、当院では「血管、ANの輪郭を表現出来る濃度」を中心にできるだけ造影剤使用量を少なくできる造影条件で撮影している。

適正血管内濃度になるように造影剤を注入し高解像度撮影をすることによって、ステントと血管の密着性、ステント位置、ステント展開などの評価が可能となる。

Min : 1ml/s 25ml 20% 希釈造影剤

Max : 1.5ml/s 37.5ml 20%希釈造影剤

循環モデルを用いた tube 内 Digital 値 (Fig.8)、臨床画像から Digital 値 (Fig.9) を計測した。循環モデルを用いた study によると Neuroform EZ® のステント・ストラットを描出できる血管内濃度は広がった (Max Digital 値 : 9500) (Fig.10)。臨床画像によると適正血管内濃度は 7000 から 9500 と推定できる。さらに、注入速度別に臨床画像を計測すると、1.0ml/s 造影群は 6000 から 8700 (平均 7000、SD 1000) でばらつきが大きく、造影効果が足りない症例が存在した。一方で、1.5ml/s 造影群は 8000 から 9500 (平均 8700、SD 490) になり、ステント・ストラットを描出できる濃度内で安定した造影効果が得られた。当院では血管径に応じて注入速度を調節している。例えば、対象血管が細い場合であっても、1.0ml/s 以上の注入速度を用いることでステント・ストラットを確認できる安定した造影効果が得られると考えている。

仙台医療センター推奨造影条件 (Neuroform) 1.5ml/s 37.5ml 20% 希釈造影剤

	n	平均血管径	ICA or AN濃度			
			Min	Average	Max	SD
1ml/s 20%造影剤	22	4.1mm	6000	7000	8700	1000
1.5ml/s 20%造影剤	18	4.7mm	8000	8700	9500	490

Fig.7 : 臨床例による注入速度別血管内濃度 (Digital 値)

仙台医療センター Neuroform ステント Hires XperCT 造影条件

注入速度 : 1.5ml/s

造影剤濃度 : 25%

注入時間 : 25s

撮影 delay : 5s

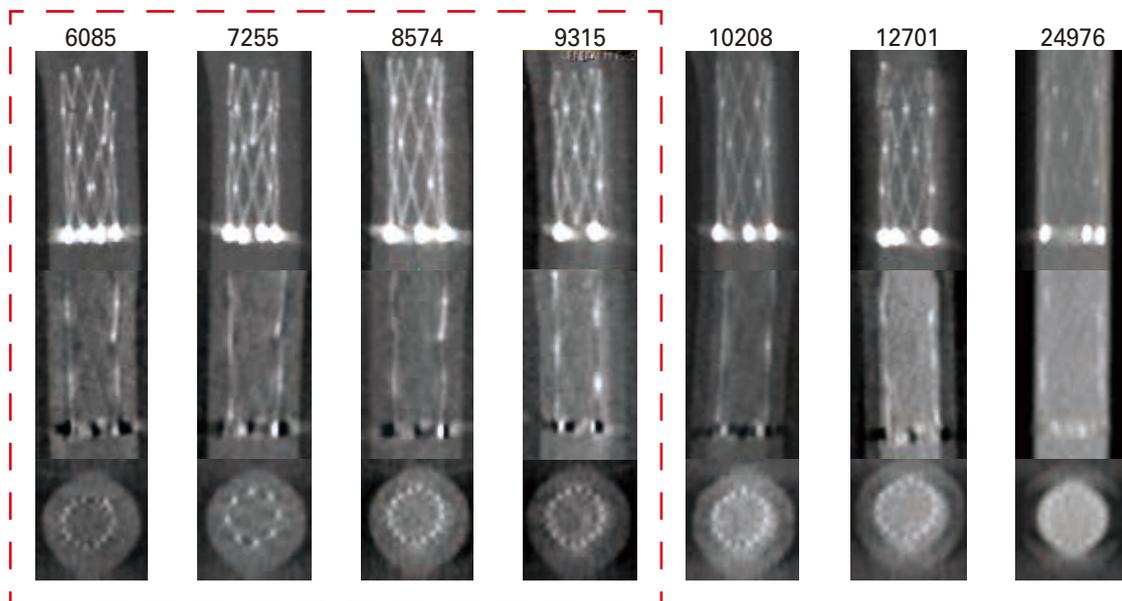
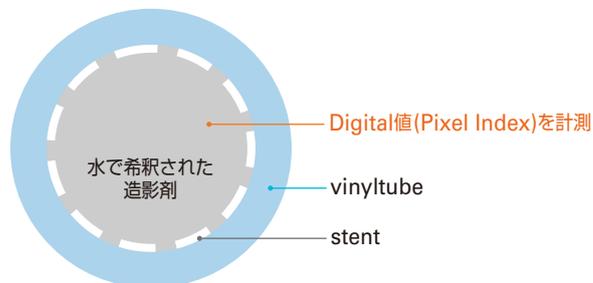


Fig.8 : 循環モデルを用いた Neuroform ステントが留置された tube 内の Digital 値

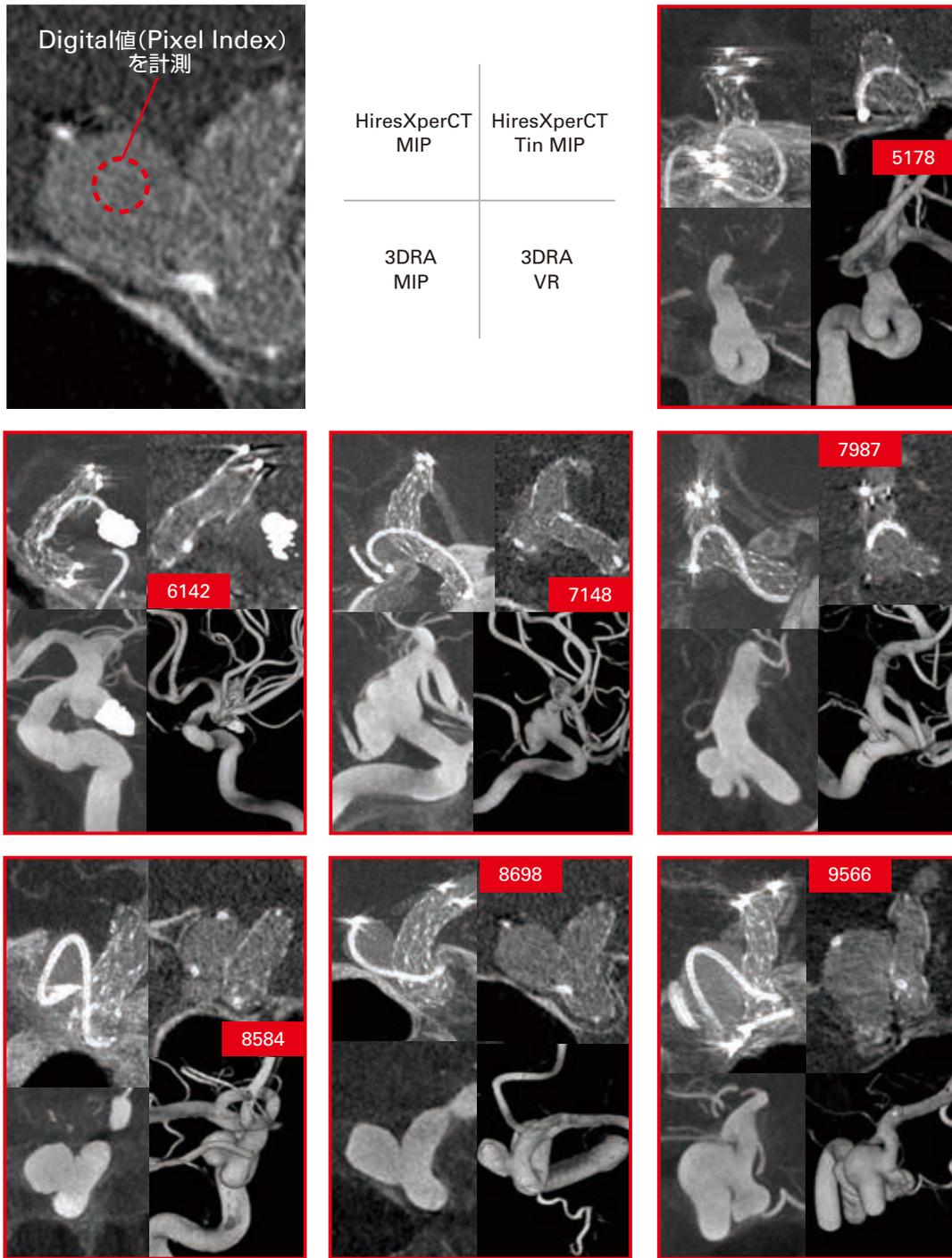


Fig.9 : 臨床例 ICA or AN の Digital 値

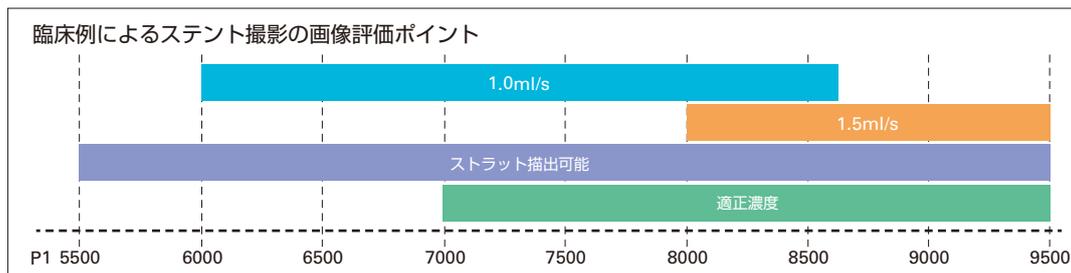


Fig.10 : 適正血管内濃度

症例 1

(Fig.11)

65 歳 女性 Rt IC-SHA u-AN

(Neck : 7.4mm、dome × aspect : 9.2mm × 7.9mm)

ステント撮影 : 80KV high resolution XperCT

造影条件 : 注入速度 1.5ml/s、20% 希釈造影剤、総量 25ml

Neuroform ステント (4.0mm × 20mm) を C1 から C3 に留置して jailing technique でコイル塞栓。Proximal neck より OphA が起始していたため Body filling で終了した。経過良好。

ステント撮影 : 動脈瘤中間から遠位部にステント・ストラットの herniation が確認できる。また、血管屈曲部にてステント・ストラットの血管内側への fish scale も確認できた。

血管内濃度が適切であり、ステント・ストラットの評価が可能。ステントの血管への密着性、ステント・ストラットの評価をのための thin MIP 長軸像、単軸像は重要な画像になる。

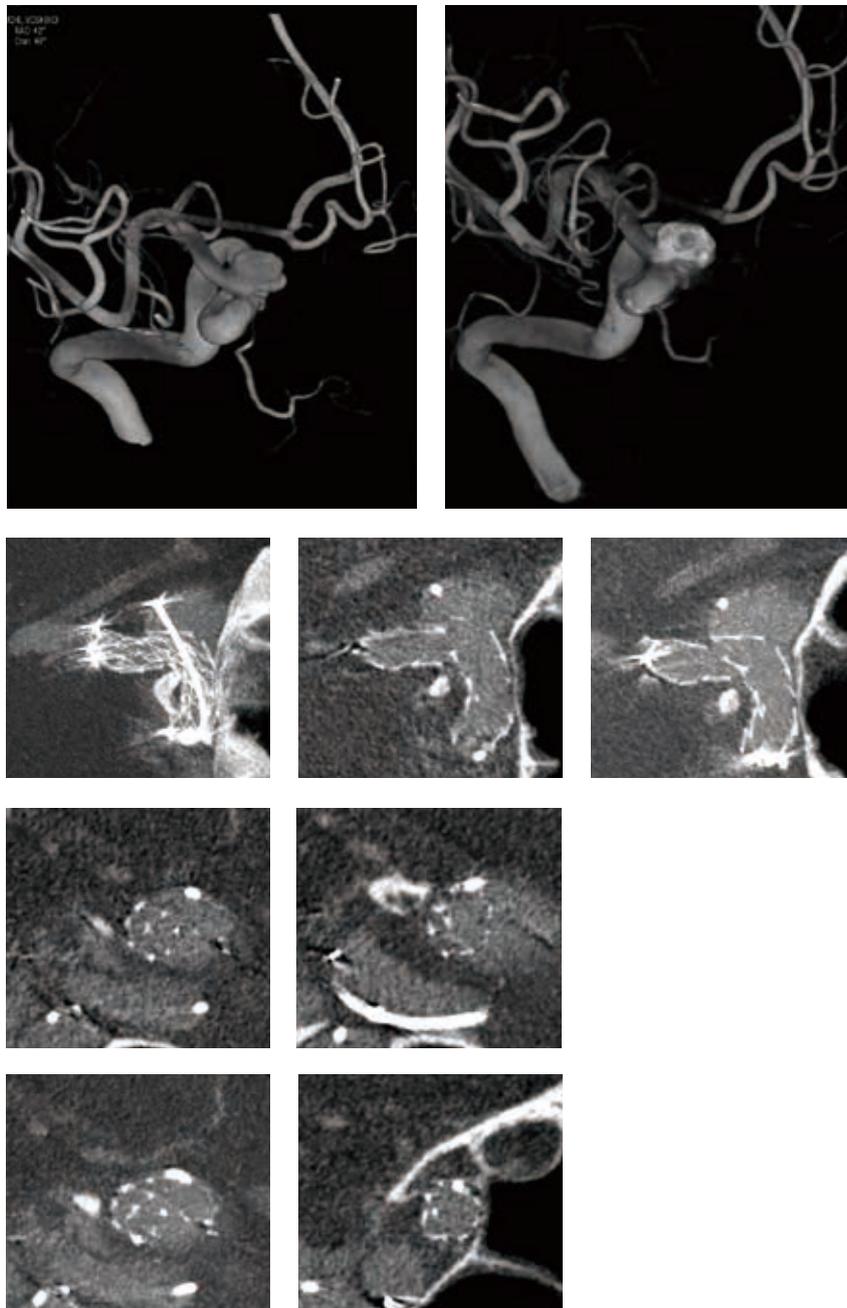


Fig.11

症例 2

53 歳 女性 Lt IC-PC u-AN
(Neck:7.8mm、dome × aspect:7.7mm × 6.6mm 不整形)
ステント撮影：80KV high resolution XperCT
造影条件：注入速度 1.5ml/s、20% 希釈造影剤、総量 25ml

Neuroform ステント (4.0mm × 30mm) を MCA から
C3 に留置して jailing technique でコイル塞栓。瘤体部よ

(Fig.12)

り PcomA が起始していたが温存せず、Lt AchA は温存して
Body filling で終了した。経過良好。

ステント撮影：ACA にステント・ストラットの herniation が
確認できた。また、マイクロカテーテルによっ
てステント・ストラットが十分に拡張していな
いことが確認できる。

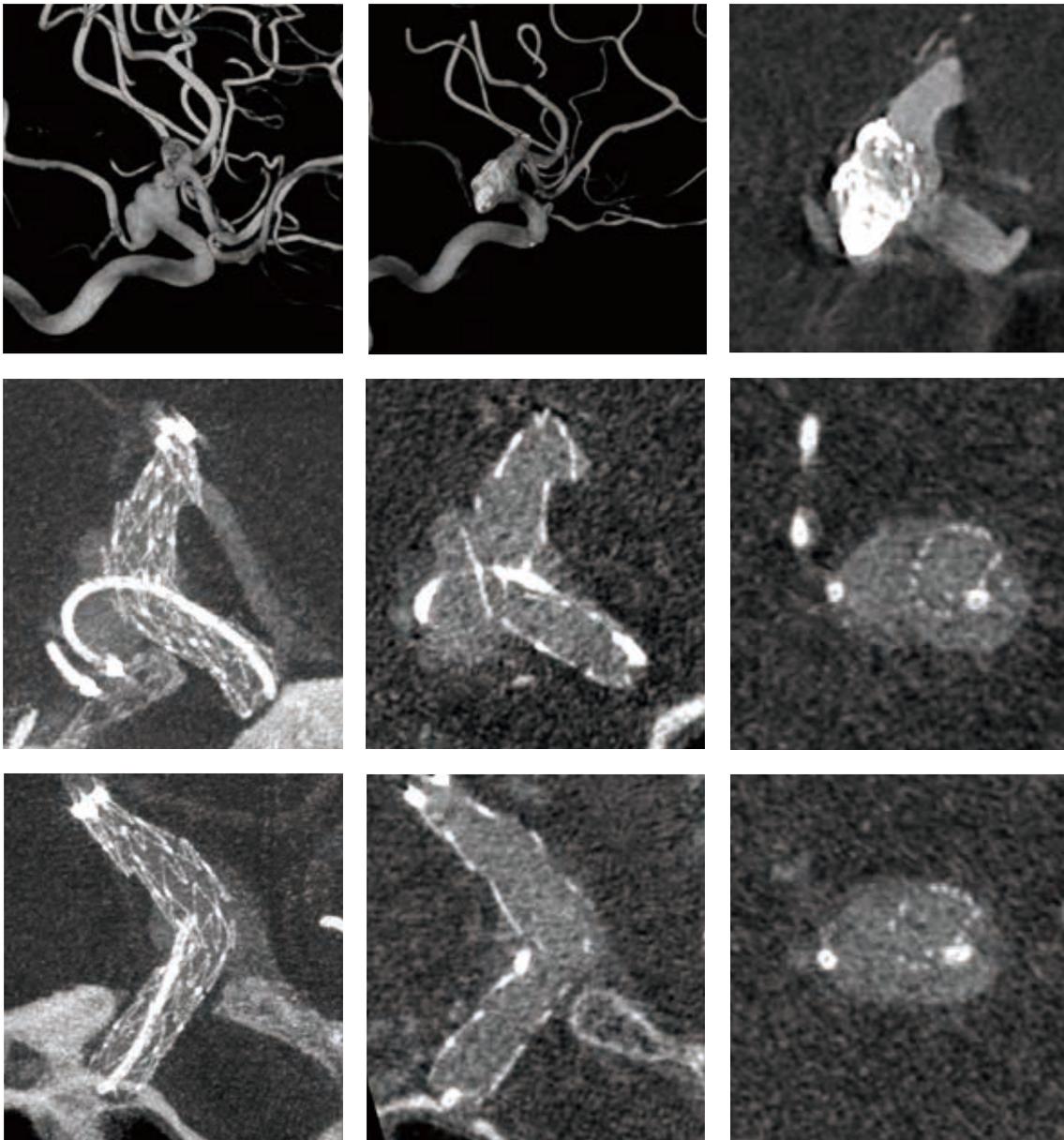


Fig.12

症例 3

(Fig.13)

45 歳 女性 Lt IC-OphA u-AN

(neck : 5.3mm、dome × aspect : 7.2mm × 5.8mm)

ステント撮影 : 80KV high resolution XperCT

造影条件 : 注入速度 1.0ml/s、20% 希釈造影剤、
総量 25ml

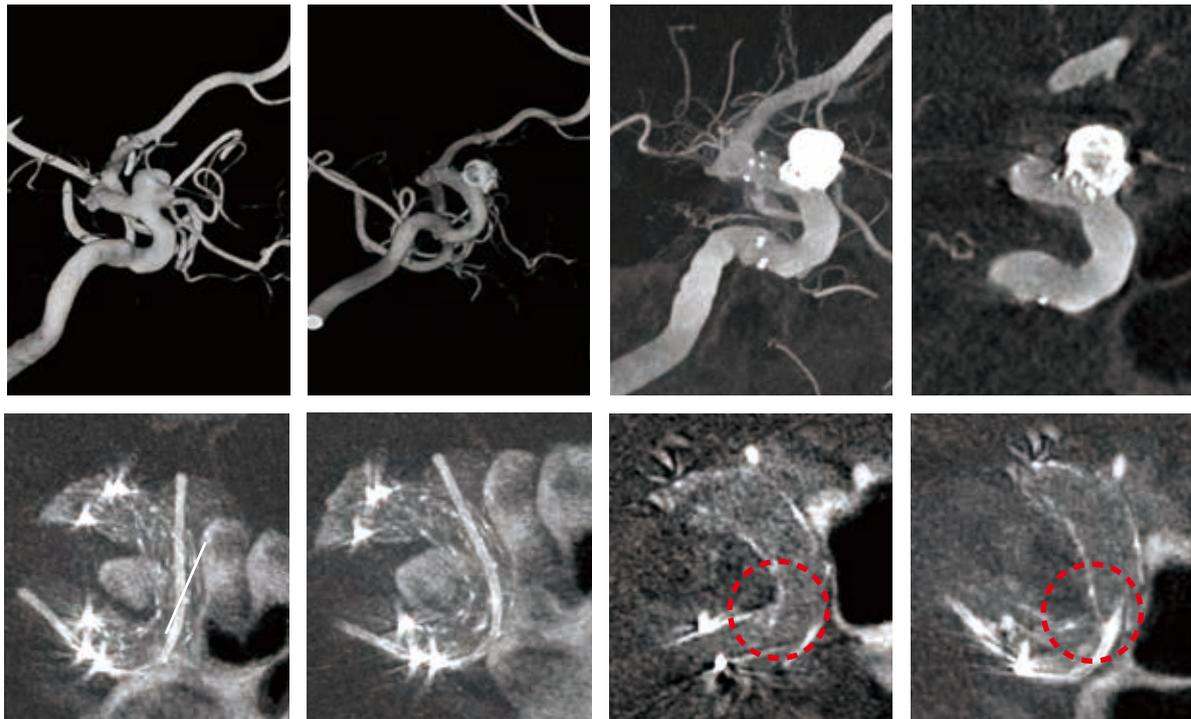
Neuroform ステント (4.0mm × 20mm)

を C1 から C3 に留置して jailing

technique でコイル塞栓。OphA を温存して
neck remnant で終了した。経過良好。

ステント撮影 : C3 屈曲部にステント・ストラットの血管内への
herniation が確認出来る。(C3 屈曲部は同
様所見の好発部位) 2 年フォローアップでの
3DRA MIP 像で同部の造影欠損が確認出来る

治療



2年フォロー

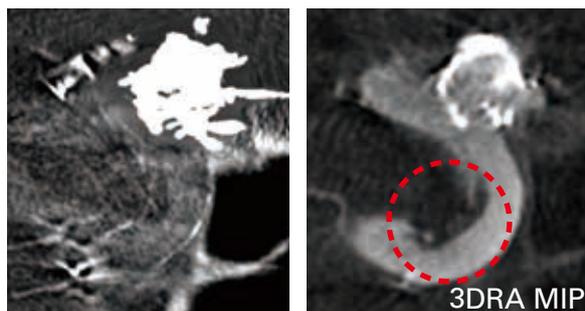


Fig.13

まとめ

ステント血栓症 (stent thrombosis) は、ステント留置後の重篤な合併症である。ステント併用コイル塞栓術では、ステントは正常血管に留置するため、血管を損傷させることは少ないが、ステント・ストラットの血管内側への fish scale により、いわゆる「Vichow の 3 原則」の一つである血流の変化が生じるため易血栓性の状態となりうる。フォローアップ検査では、HiresXperCT の他に 3DRA MIP 像による血管内腔 defect sign の有無も重要となる。

ステント構造には Open cell type、Closed cell type があり、それぞれの特徴が存在する。国内唯一の Open cell 構造の脳動脈瘤コイル塞栓術支援用ステントである Neuroform ステントは、独立したセグメントが血管壁に密着するために、血管走行によく適合し高度屈曲部に対して incomplete stent apposition を起こしにくい。しかし、内頸動脈に Neuroform ステントを留置した際に C3 カーブなどの高度屈曲部にてステント・ストラットの血管内側への fish scale が確認されることがある。ステント・ストラットの血管壁への密着度を評価することは遅発的な虚血性イベント発生のリスクを評価することができるため重要である。ステントを評価できる画像を得るには適正な造影条件で高解像度撮影が必須である。

最後に

当院の頭部 IVR チームは、医師、看護師、診療放射線技師で構成され、それぞれの高度な専門性を活かし、相互に協力し治療を行っている。近年、脳血管内治療において、診療放射線技師に求められる役割は益々大きくなっているが、その理由は血管撮影装置、周辺機器の進歩にあると考える。最新の血管撮影装置は、高精細な CBCT 撮影が可能になり、2 筒式の造影剤注入装置で任意の造影剤濃度にて血管濃度を変えることが可能になった。装置の性能を最大限に引き出し、治療、経過観察に活かせる画像を提供することは手技の安全、患者の安全に繋がる。治療や経過観察に有用な画像を提供するにあたって重要なのは、医師の考えを理解することであり、常日頃からの医師とのコミュニケーションが重要となる。脳血管内治療技術は日進月歩であるが、それに伴い診療放射線技師の技術を向上させるべく研鑽を積み重ねていかなければならない。



左：江面先生、右：高橋先生

All photographs taken by National Hospital Organization Sendai Medical Center.
Results from case studies are not predictive of results in other cases. Results in other cases may vary.

販売名：ニューロフォーム ステント
医療機器承認番号：22400BZX00371000

この印刷物はスライカーの製品を掲載しています。全てのスライカー製品は、ご使用前にその添付文書・製品ラベルをご参照ください。この印刷物に掲載の仕様・形状は改良等の理由により、予告なしに変更されることがあります。スライカー製品についてご不明な点がございましたら、弊社までお問い合わせください。

Stryker Corporation or its divisions or other corporate affiliated entities own, use or have applied for the following trademarks or service marks: Neuroform, Neuroform EZ. All other trademarks are trademarks of their respective owners or holders.

Literature Number: 1612/00000/W
KM/CO W 1612

Copyright © 2016 Stryker

製造販売元

日本スライカー株式会社

112-0004 東京都文京区後楽2-6-1 飯田橋ファーストタワー
tel: 03-6894-0000
www.stryker.co.jp