

# 脳神経外科診療と 計測・イメージング

筑波大学医学医療系 脳神経外科

鶴田和太郎 山本哲哉 丸島愛樹

中井 啓 松村 明

# 脳神経外科臨床医の悩み

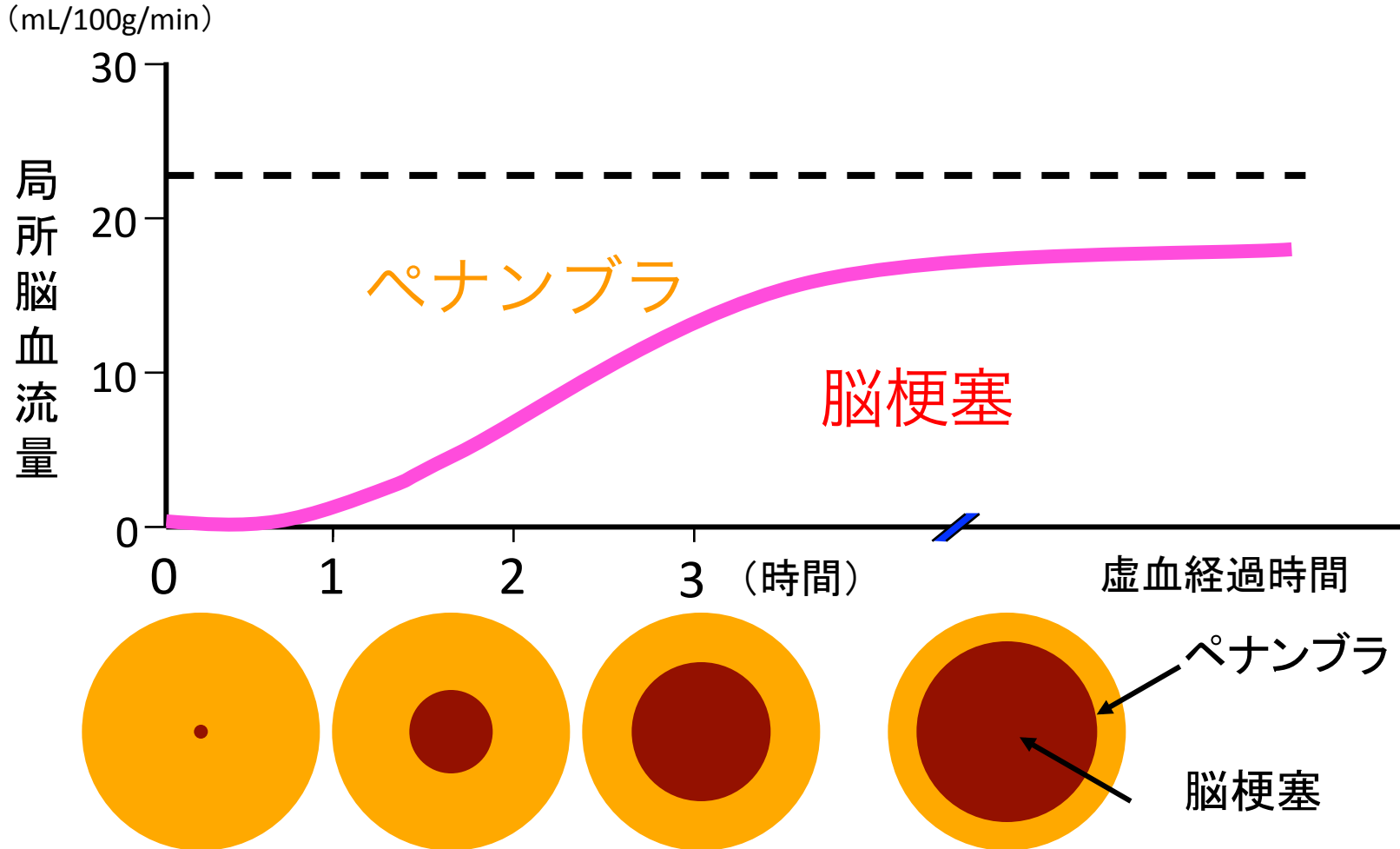
- 脳梗塞急性期  
どこが助かる脳なのか？
- 脳動脈瘤  
頭蓋内ステントが見えない。ステント留置後の血管の状態を知りたい。
- 脳血管外科手術の蛍光血管撮影  
みたいものがみえてるようでみえていない。



# 1. 脳梗塞急性期の計測とイメージング

# 脳血流と脳梗塞

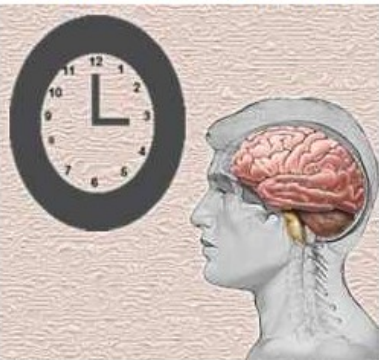
血管閉塞 → 血流低下 → 脳梗塞





# t-PA静注療法

TIME IS BRAIN

A screenshot of a mobile application interface. At the top, the status bar shows "AT&T M-Cell 4G 3:14 AM" and "100%" battery. The app header includes the logo "1 Million MESSAGES STROKE AWARENESS" and a brain icon. The main text reads "STROKE AWARENESS: TIME IS BRAIN". Below this are three buttons: "STROKE SYMPTOMS: ACT F.A.S.T.", "STROKE RESOURCES: LOCATIONS, RISKS, CARE AND FACTS", and "BROUGHT TO YOU BY VALUE HEALTH PARTNERS". At the bottom, there is a red button with a phone icon and the text "CALL 9-1-1".

AT&T M-Cell 4G 3:14 AM 100%

1 Million MESSAGES STROKE AWARENESS

STROKE AWARENESS:  
**TIME IS BRAIN**

STROKE SYMPTOMS:  
ACT F.A.S.T.

STROKE RESOURCES:  
LOCATIONS, RISKS, CARE AND FACTS

BROUGHT TO YOU BY VALUE HEALTH PARTNERS

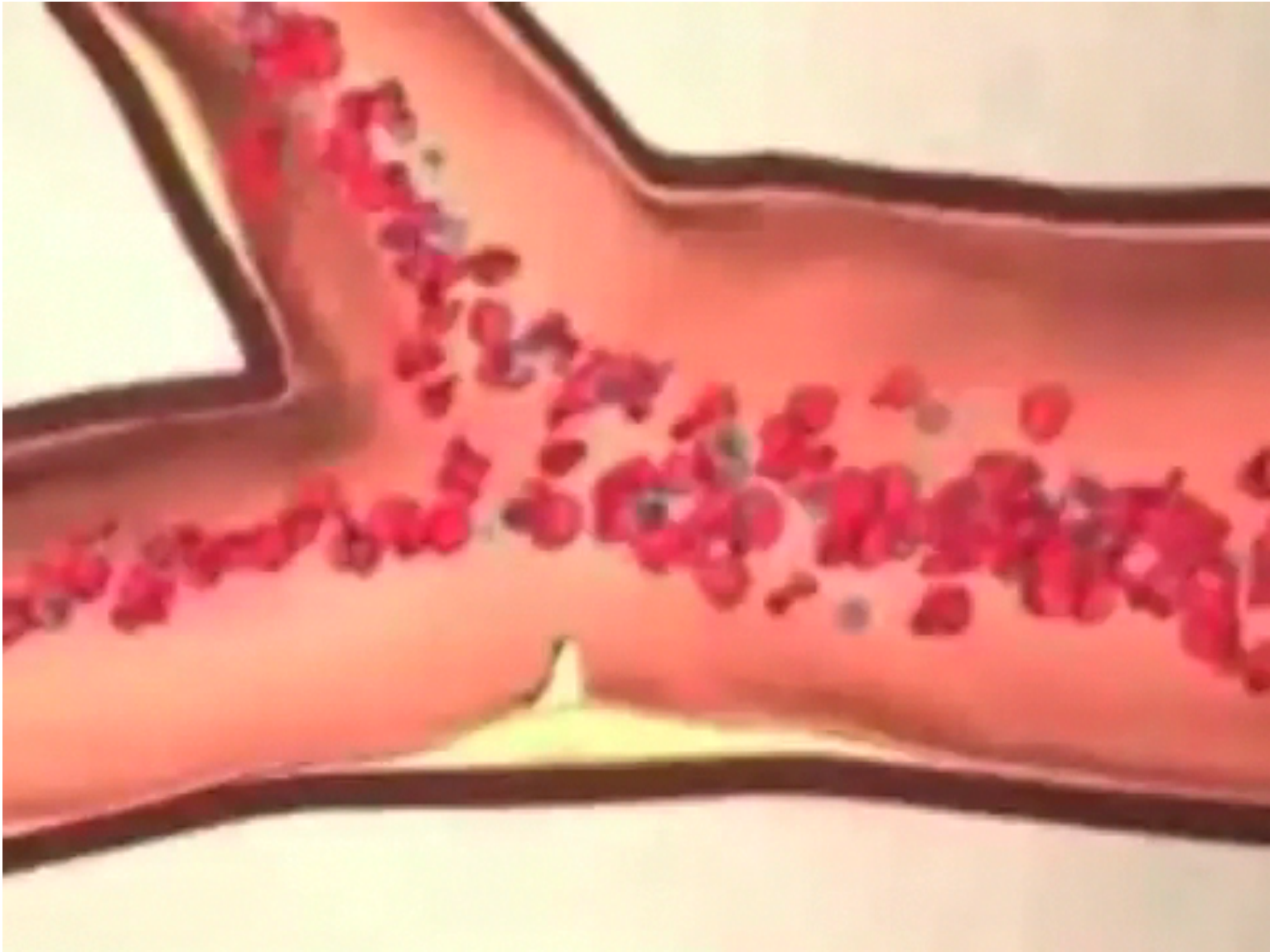
©2012 Value Health Partners

CALL 9-1-1

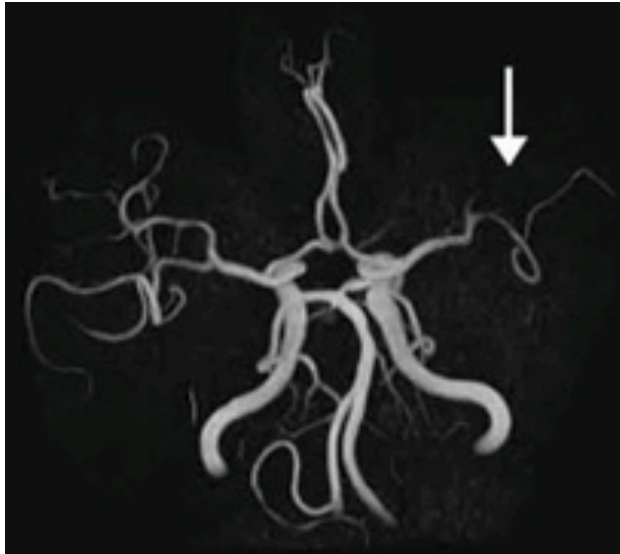
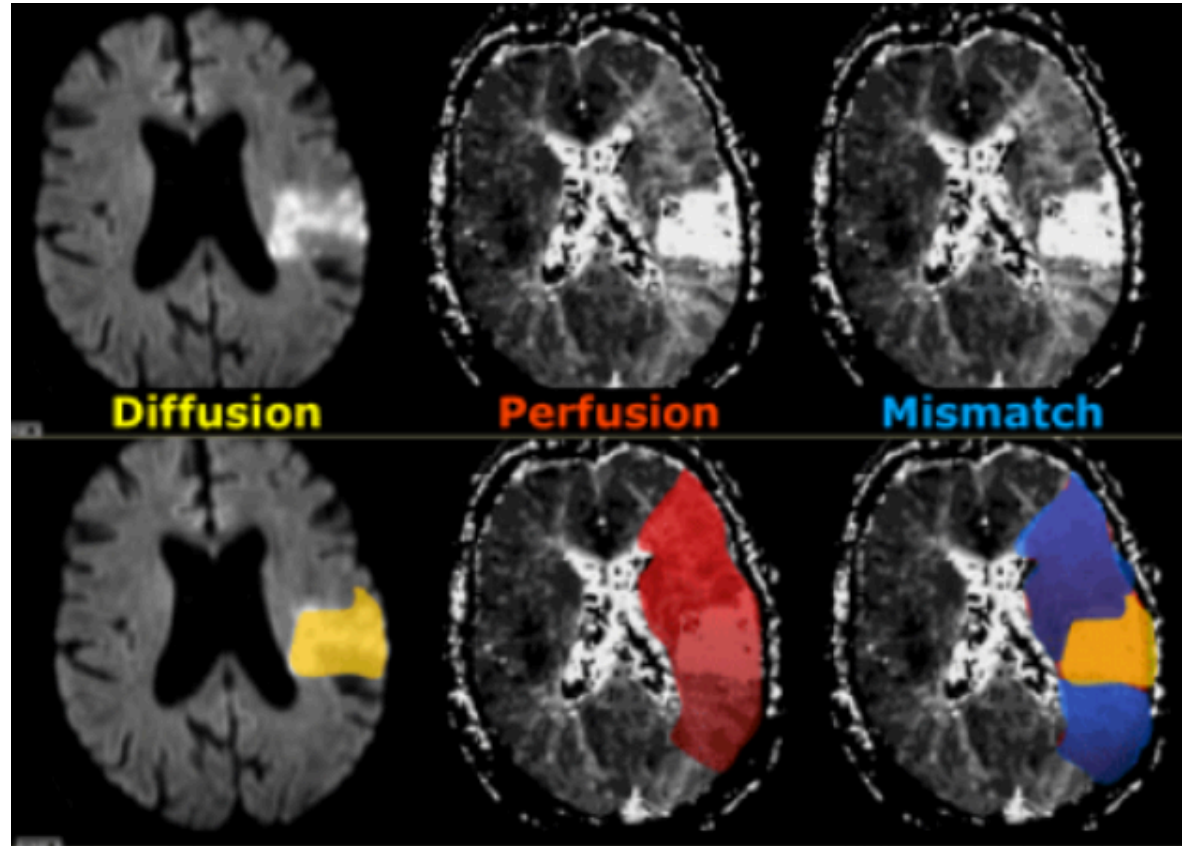
tissue Plasminogen Activator



# t-PA movie



# 脳梗塞の画像評価 MRI

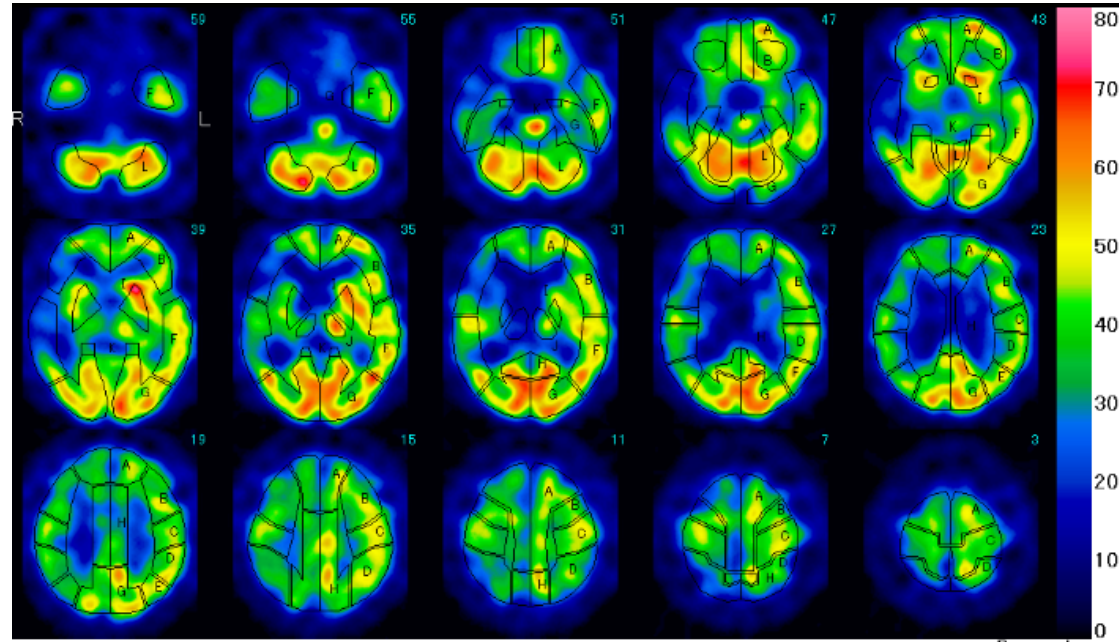


撮影時ワンポイントの評価  
15-20分の検査時間

# 核医学検査：脳血流SPECT



核種：  $^{123}\text{I}$ -IMP  
99mTc-ECD



予約が必要 緊急対応できない



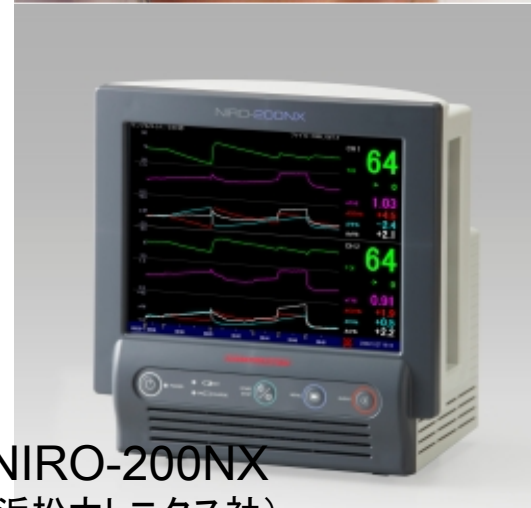
# 近赤外線分光法

## Near Infra-Red Spectroscopy (NIRS)

### 近赤外線分光法

- ・ 脳組織酸素飽和度 (TOI)
- ・ 総ヘモグロビン濃度 (cHb)
- ・ 酸素化ヘモグロビン濃度 ( $O_2Hb$ )
- ・ 脱酸素化ヘモグロビン濃度 (HHb)

の変化を非侵襲的に測定

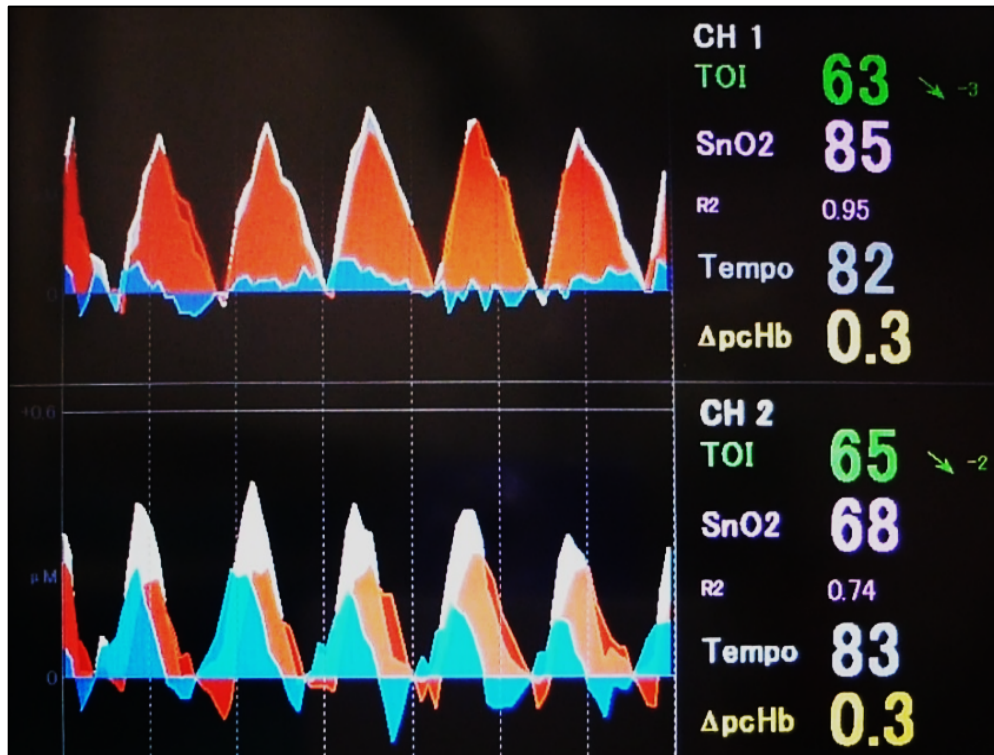


NIRO-200NX  
(浜松ホトニクス社)

脳血管障害における脳循環代謝の評価法

# 近赤外線分光法

## Near Infra-Red Spectroscopy (NIRS)



### 数値パラメータ

TOI (%) : 組織の酸素飽和度

SnO<sub>2</sub> (%) : 脈波の酸素飽和度

ΔpcHb : 総ヘモグロビン濃度の振幅

### 脈波

酸素化ヘモグロビン濃度 (O<sub>2</sub>Hb)

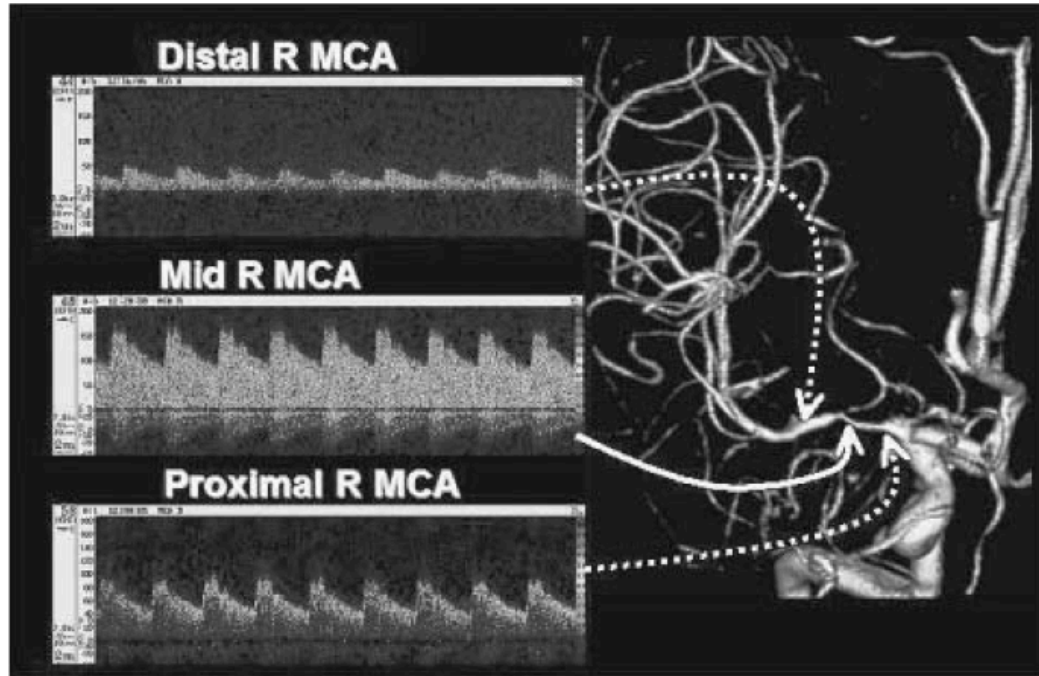
脱酸素化ヘモグロビン濃度 (HHb)

総ヘモグロビン濃度 (cHb)

赤  
青  
白

脳循環代謝の変化をリアルタイムで計測するが、左右大脳半球での評価のみ

# Trans-cranial Doppler



主幹動脈の血流計測を行う。1本の血管を計測。  
脳組織の血流はわからない。

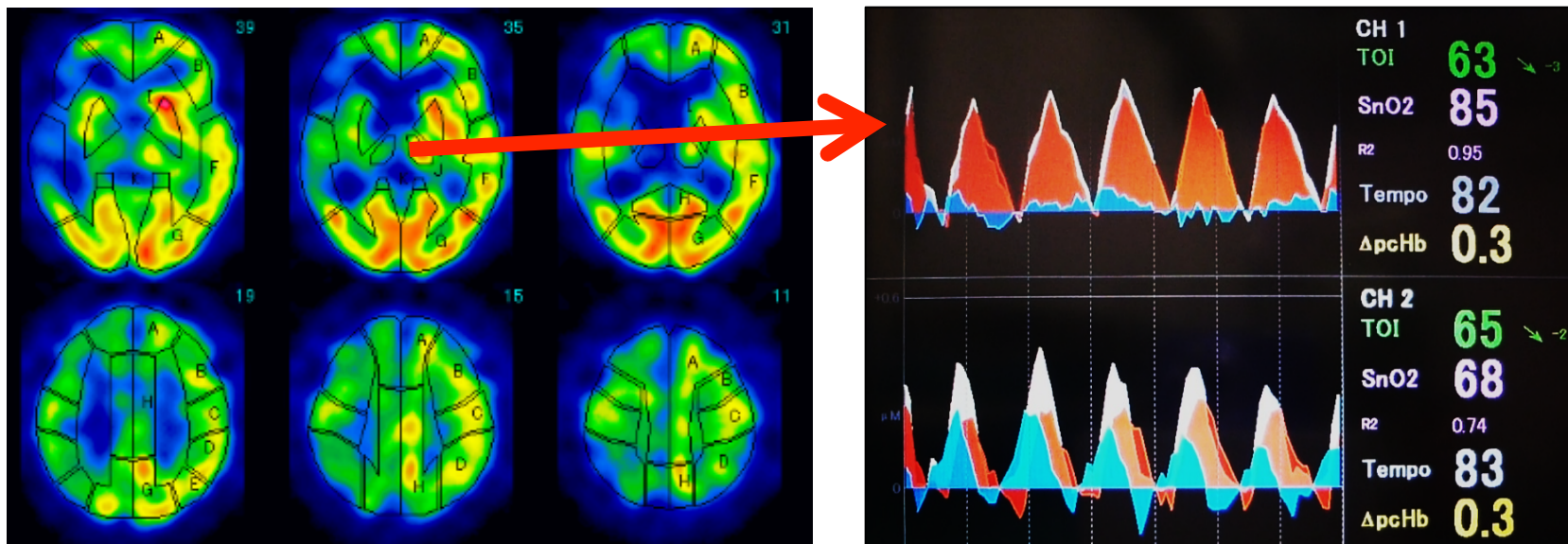
# 助けるべきはペナンプラ

- 理想：リアルタイムの血流評価によるペナンプラの同定
- 現実：Perfusion MRIが一部の施設で施行可能  
症状、発症時間などから推測



# 完璧な脳血流評価

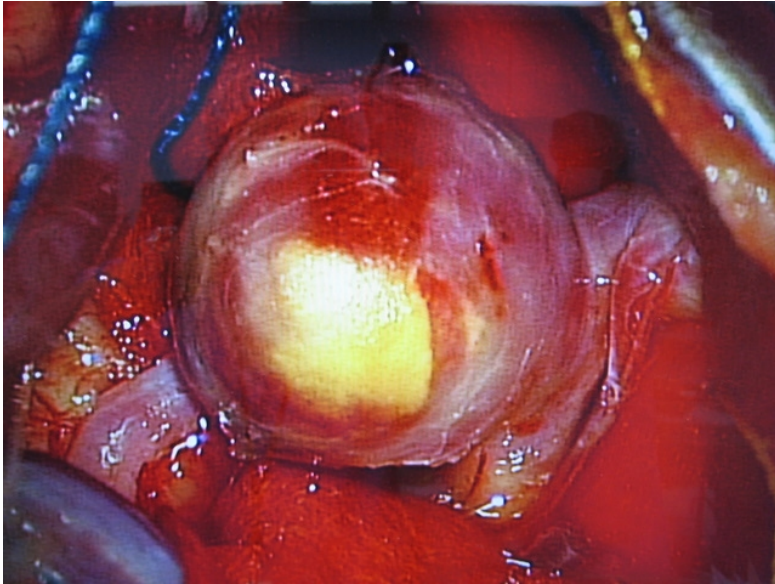
- リアルタイム
- 血管支配領域別
- 定量評価
- 検査室、手術室、病棟で使用



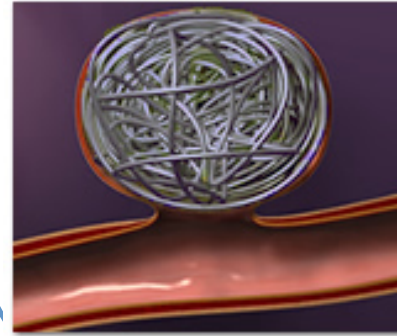
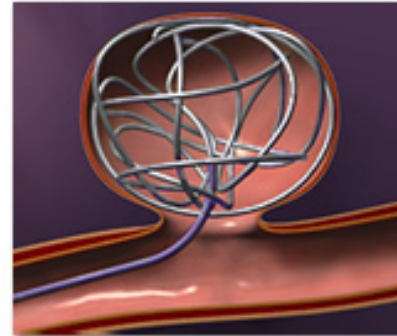
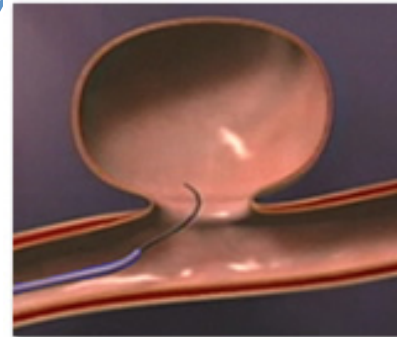
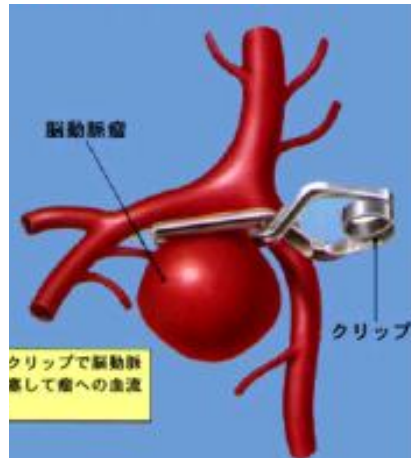
## 2.脳動脈瘤治療デバイスのイメージング

# 脳動脈瘤の治療

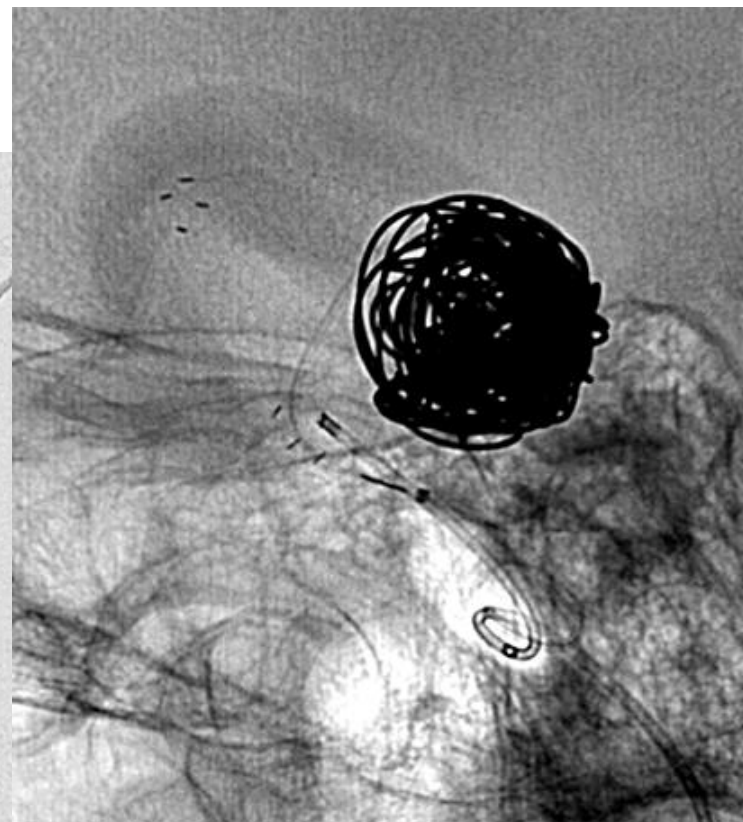
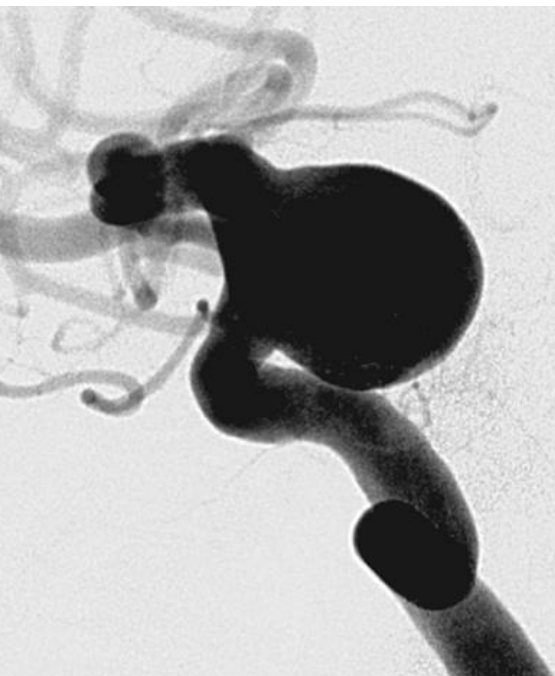
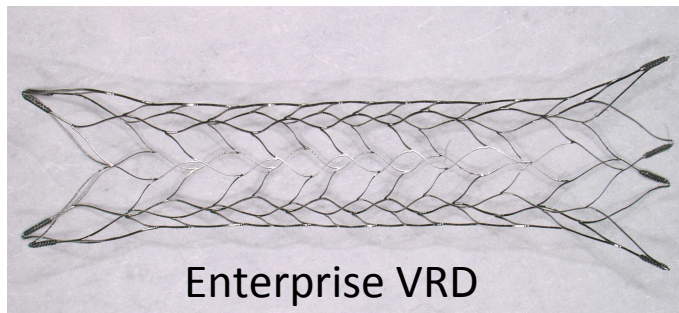
## 脳血管内治療



## 開頭クリッピング

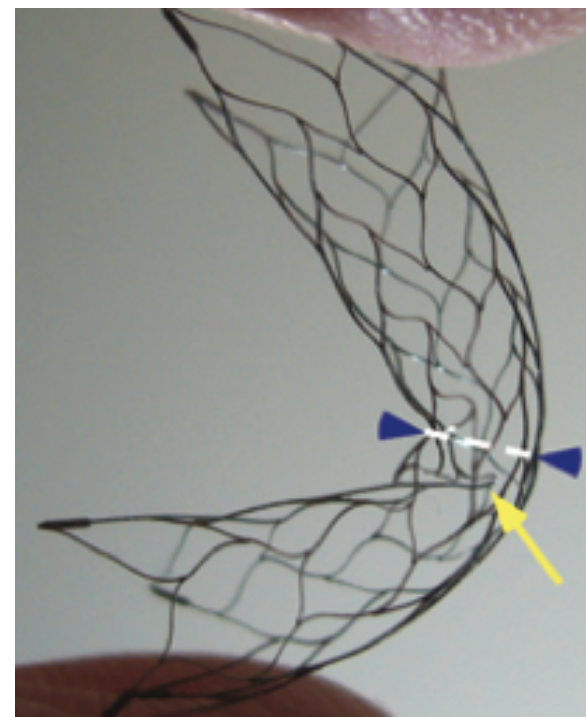
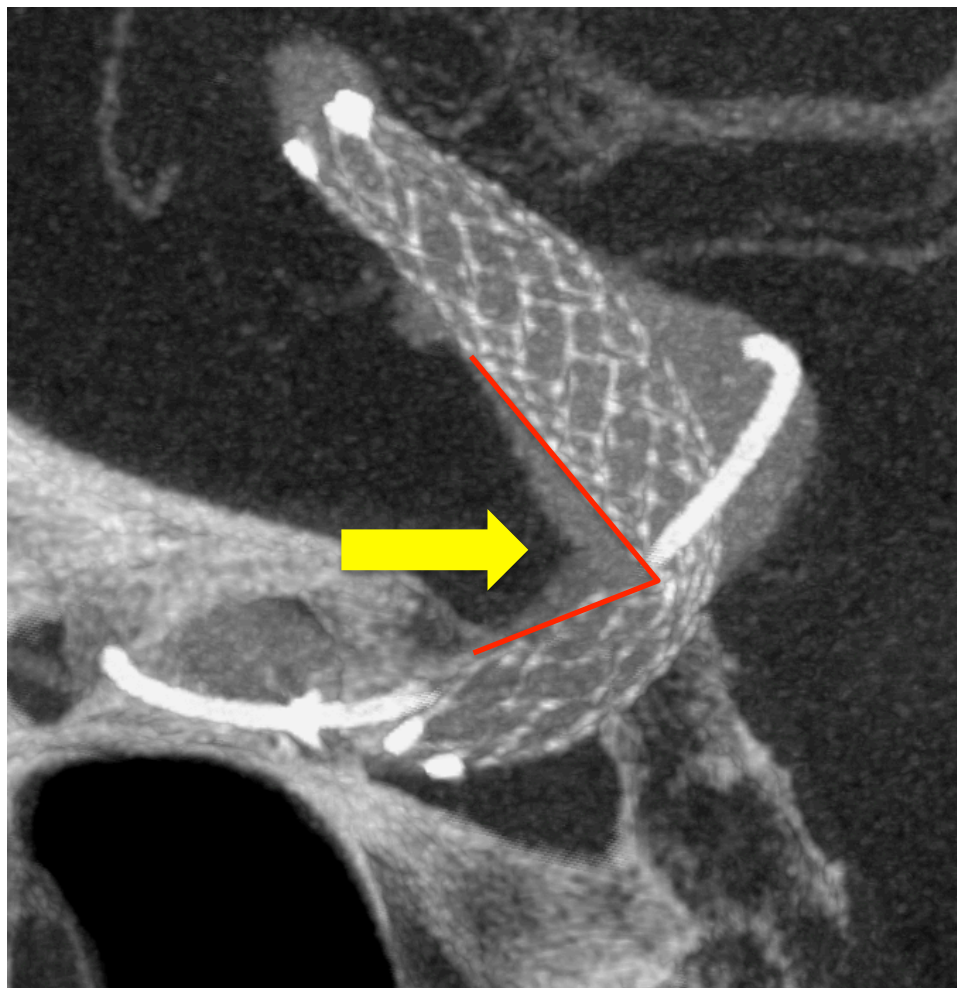


# 頭蓋内stentの視認性





# Cone-beam CTでの評価

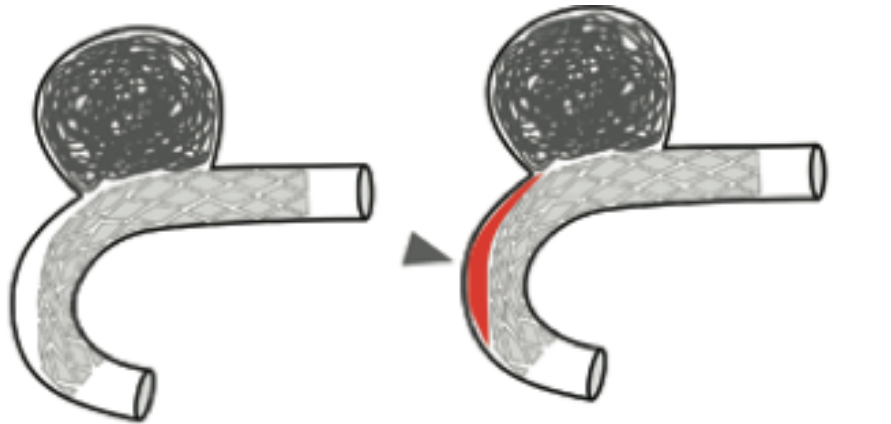


Kinking

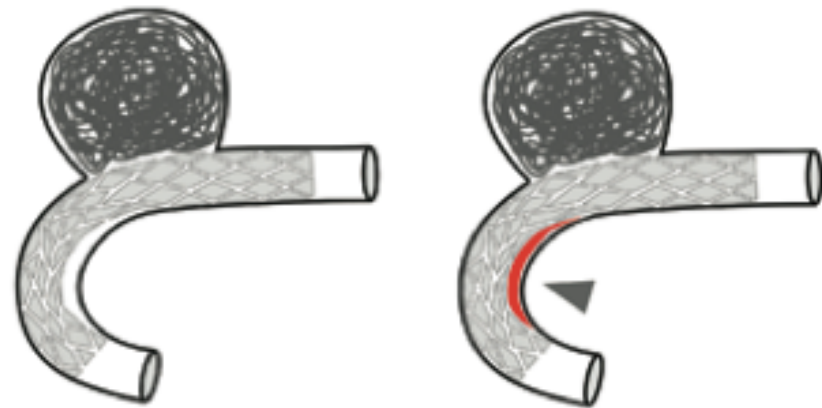
Crescent sign on magnetic resonance angiography revealing incomplete stent apposition: correlation with diffusion-weighted changes in stent-mediated coil embolization of aneurysms.

Heller RS1, Miele WR, Do-Dai DD, Malek AM.

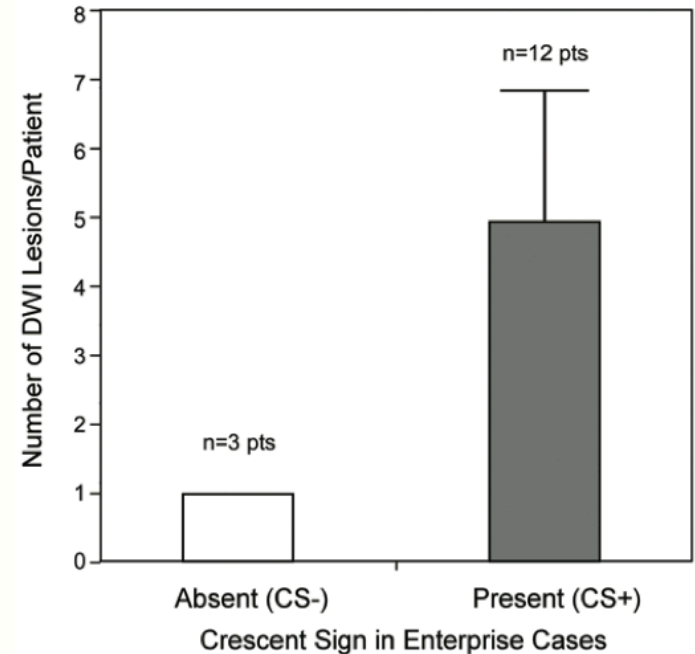
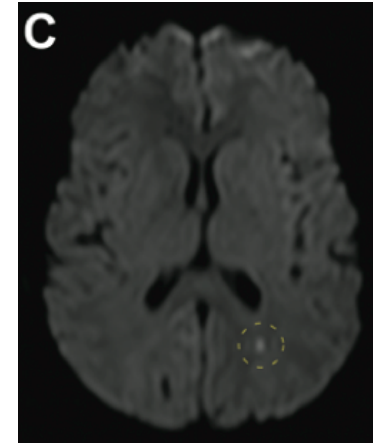
J Neurosurg. 2011 Sep;115(3):624-32



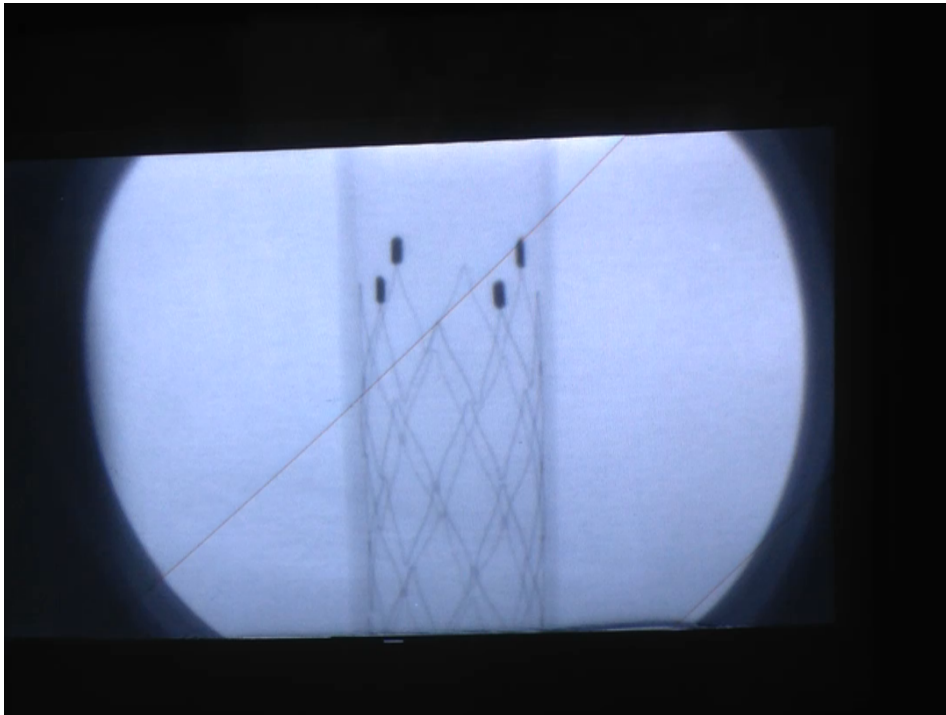
Outer Curve Incomplete Stent Apposition (ISA)



Inner Curve Incomplete Stent Apposition (ISA)



# Stent visualization



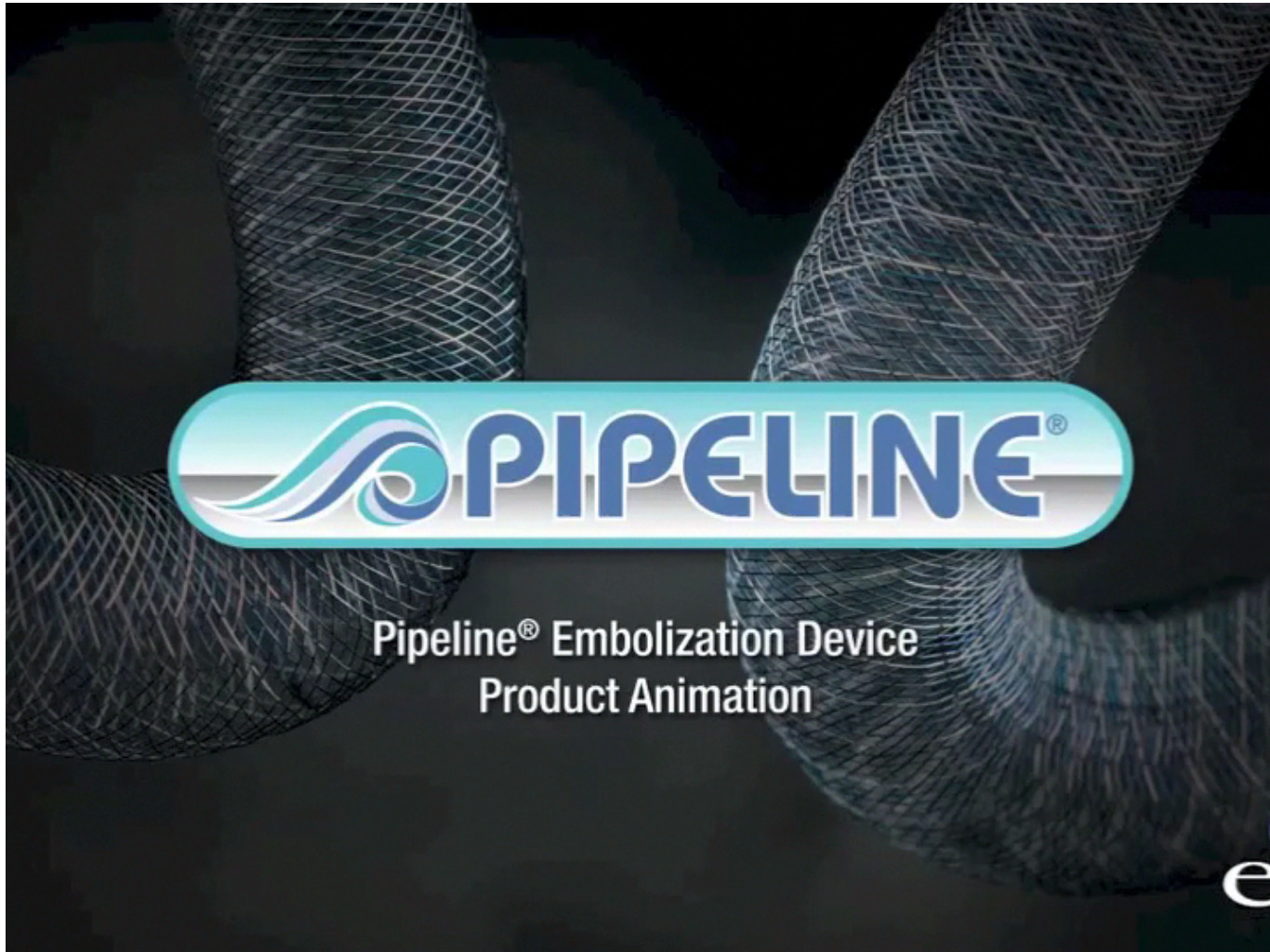
放射光  
NE7A タンデムレンズカメラ使用  
アクリル90mm厚+アルミ10mm厚



血管内治療中にみえるか

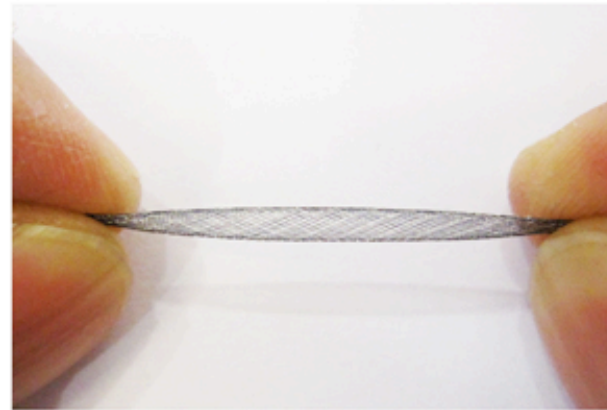
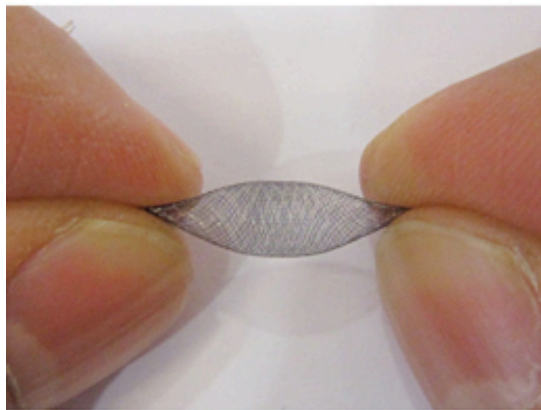
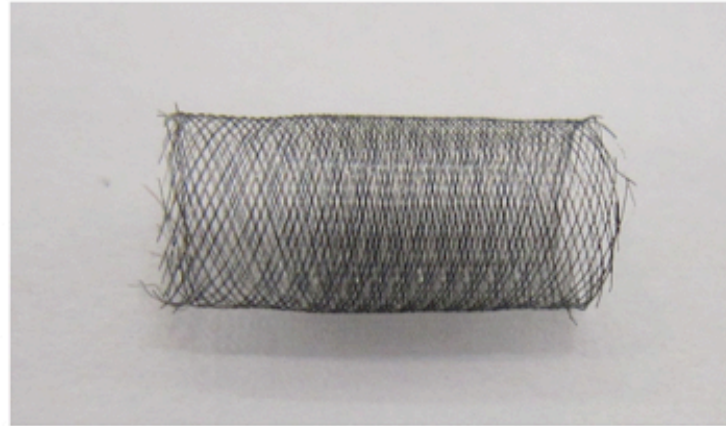


# Flow Diverter





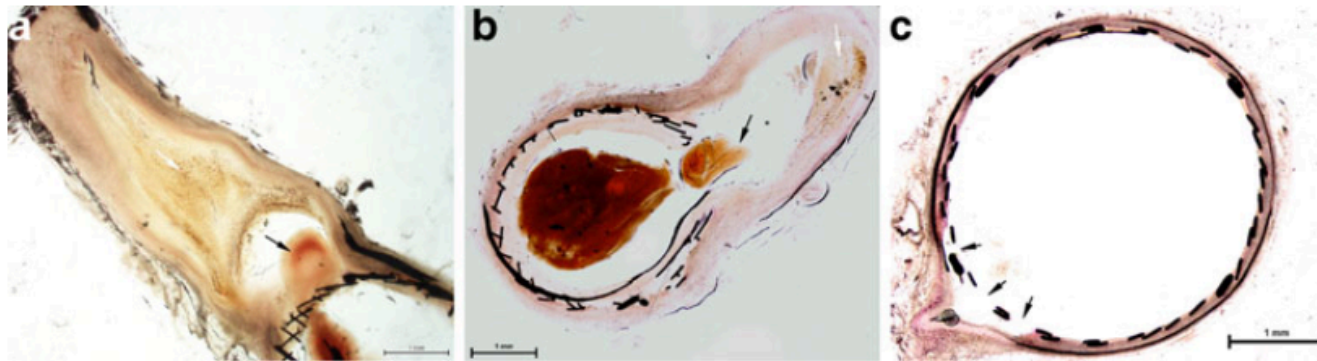
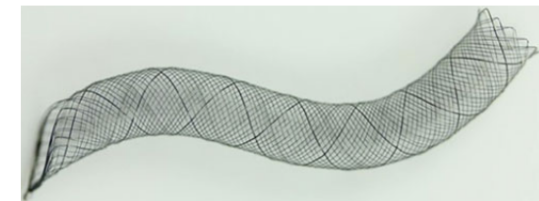
# Flow Diverter



問題点：分枝閉塞のリスク  
ステント閉塞  
抗血小板薬の長期投与

## Evaluation of a newly designed flow diverter for the treatment of intracranial aneurysms in an elastase-induced aneurysm model, in New Zealand white rabbits

Andreas Simgen · Desiree Ley · Christian Roth · Umut Yilmaz · Heiko Körner · Ruben Mühl-Benninghaus · Yoo-Jin Kim · Bruno Scheller · Wolfgang Reith



**Fig. 7** **a** An aneurysm after 3 months holding fibrous connective tissue in the dome with residues of organized blood (hemosiderin = *white arrow*) and missing tissue at the aneurysm neck with fresh blood (*black arrow*). **b** A non-occluded aneurysm with incomplete coverage of the aneurysm neck by the struts with fresh blood within the parent vessel and at the junction of the aneurysm (*black arrow*). Thick neointimal proliferation of 225  $\mu\text{m}$

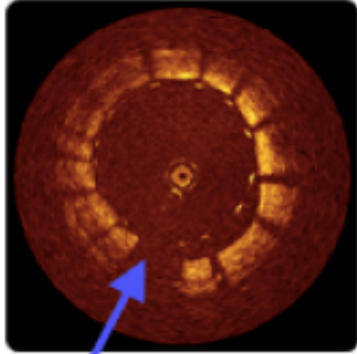
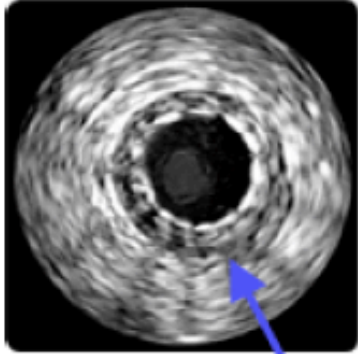
(*black line*) covering the entire device, leading to a diameter stenosis of 20 %. The *white arrow* demonstrates a small, organized thrombus formation in the fundus of the aneurysm. **c** Photomicrograph of the stented abdominal aorta after 6 months showing patency of the covered lumbar artery with discontinuous neointima along the struts and thin neointimal proliferation. (H&E original magnification  $\times 20$ )

# ステント留置後の評価

ステント表面に内皮が形成されれば、抗血小板薬は必要なくなる。

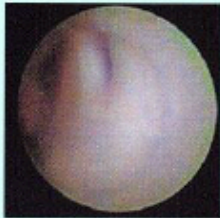
血管内超音波 (IVUS)

光干渉断層法(OCT)

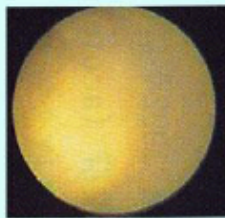


留置したステント

血管内視鏡でみた冠動脈硬化症



正常



黄色プラーク  
(不安定プラーク)



頭蓋内血管は細径、また蛇行が強いため、IVUS,OCTも到達できていない。

# 頭蓋内ステント留置における イメージングの課題

- ステント視認性の向上
- ステント留置後の血管内腔評価法

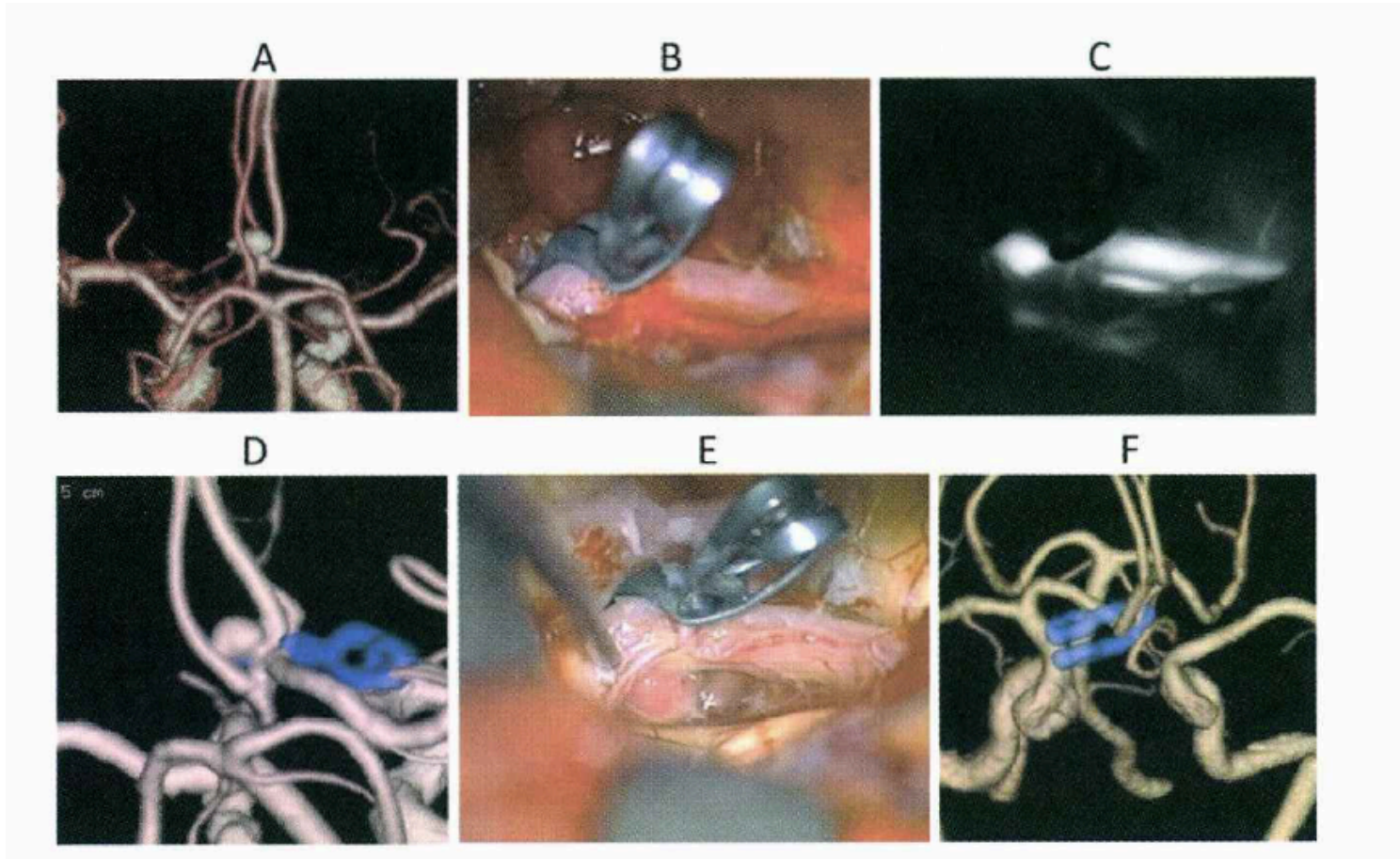
### 3. 術中螢光血管攝影

Indocyanine green : ICG





# ICGの欠点



脳実質に埋もれていて評価困難

# ICG

## 利点

脳血管外科手術においてリアルタイムに術野血管を評価できる。

## 課題

血管壁の肥厚、血液や脳組織があると評価困難

血流量は測れない

一度色素を使用するとwashoutに時間がかかる



# 必要は発明の母



ご清聴ありがとうございました。