

CCA-int, 総頸動脈内膜間径、ICA,内頸動脈

図2は総頸動脈内膜間径と内頸動脈内径が1mm増加と脳卒中の発症リスクとの関係を検討したグラフである。総頸動脈内膜間径が1mm増加すると、全脳卒中、出血性脳卒中、脳梗塞の男女とも、アテローム血栓性脳梗塞の男女合計、女性が統計的に有意に高かった。ラクナ梗塞の発症は総頸動脈内膜間径1mm増加と関連性見られなかった。

内頸動脈内径が1mm増加すると男女合計と女性の全脳卒中で、男女合計の出血性脳卒中、女性の脳梗塞で有意に高かった。また、内頸動脈内径が1mm増加すると女性のアテローム血栓性脳梗塞で高い傾向が見られた( $P=0.07$ )。ラクナ梗塞の発症は内頸動脈内径1mm増加と関連性を認められなかった。

#### D. 考察

頸動脈内径の大きさとその後の脳卒中の発症との関係について脳卒中の病型別に検討した。知りうる限りにおいて、頸動脈エコー検査で計測した頸動脈内径の大きさとその後の脳卒中発症との関連を検討した論文は初めてであった。女性の外膜間径の関連性が若干弱く見えるものの、総頸動脈の内膜間径の大きさも外膜間径の大きさもその後の脳卒中の発症リスクを予測することが可能であることがわかった。

頸動脈の内径は、総頸動脈がその後の脳卒中発症の予測因子としていちばん説明がつく結果であった。脳卒中の病型別では、出血性脳卒中と脳梗塞の中でもアテローム血栓性脳梗塞が頸動脈の内径増大と関連性が見られた。

頸動脈の内径を計測することにより、その後の脳卒中発症の予測が可能であり、特に総頸動脈の内膜間径増大が出血性脳卒中とアテローム血栓性脳梗塞の発症予測危険因子であることが都市部一般住民を対象としたコホート研究でわかった。

#### E. 結論

総頸動脈の内膜間径がその後の出血性脳卒中及びアテローム血栓性脳梗塞の発症の予測因子であることがわかった。

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

1. Arai H, Kokubo Y, Watanabe M, Sawamura T, Ito Y, Minagawa A, Okamura T, Miyamoto Y. Small dense low-density lipoproteins cholesterol can predict incident cardiovascular disease in an urban Japanese cohort: The Suita study. *J Atheroscler Thromb.* (in press).
2. Higashiyama A, Okamura T, Watanabe M, Kokubo Y, Wakabayashi I, Okayama A, Miyamoto Y. Alcohol consumption and cardiovascular disease incidence in men with and

without hypertension: the Suita study. *Hypertens Res.* 2013;36:58-64.

2. 学会発表（すべて査読あり）

1. Tatsumi Y, Watanabe M, Kokubo Y, Kunihiro Nishimura, Okamura T, Okamura A, Miyamoto Y. Age Differences in the Association between Waist-to-height Ratio and Risk of Cardiovascular Disease: The Suita Study. *Circulation.* 2013;127: (in press).
2. Kokubo Y, Watanabe M, Toyoda K, Miyamoto Y. Prediction of All-cause and Stroke Mortality by Carotid Intima-Media Thickness in Japanese Urban Cohort: The Suita Study. *Stroke*;2013.44:AWP184.
3. Kida M, Kokubo Y, Ono T, Yoshimuta Y, Takemura K, Kosaka T, Maeda Y, Miyamoto Y. Relationship between carotid intima-media thickness and periodontal disease in an urban Japanese population: The Suita Study. *Stroke.* 2013;44:AWP182.
4. Kokubo Y, Watanabe M, Nakamura S, Kawanishi K, Miyamoto Y. Renal Dysfunction Associated with Incident Hypertension According to Blood Pressure Categories in a Non-hypertensive Population in the Suita Study: an Urban Cohort Study. *Hypertension.* 2012;60:A350.
5. Kokubo Y, Watanabe M, Koga M, Toyoda K, Nagatsuka K, Miyamoto Y. Carotid Artery Diameter is Positively Associated with Stroke in a General Urban Cohort: The Suita Study. *Cerebrovasc Dis.* 2012;33 Suppl. 2:555.

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

1. 特許取得       なし
2. 実用新案登録   なし
3. その他       なし

# 研究成果の刊行に関する一覧表

## 研究成果の刊行に関する一覧

長束 一行

〈書籍〉

長束一行: 頸動脈プラークのエコー診断. CEA の根拠とスキルがわかる決定版頸動脈内  
膜剥離術プラクティス, 遠藤俊郎, 永田泉編集, メディカ出版, 2013, 32-35.

長束一行: 頭頸部血管の評価. TIA (一過性脳虚血発作) 急性期医療の実際. 峰松一夫, 上  
原敏志編集, 株式会社診断と治療社, 2013, 68-76.

〈雑誌〉

Oyama N, Moriwaki H, Yamada N, Nagatsuka K, Naritomi H: Estimation of stroke Etiology  
from Lesion Patterns on Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging in Patients with  
Carotid Artery Occlusive Disease. Eur Neurol, 2013, 69: 142-148.

神吉秀明, 長束一行: 頸動脈超音波診断の進歩. 脳と循環, 2012, 17: 27-30.

長束一行: 頸動脈超音波検査. 糖尿病ケア, 2012, 9: 862-863.

内山 真一郎

〈書籍〉

内山真一郎: 日本における脳梗塞と心房細動—発症率と重症度. Jmed Mook 21, 後藤信  
哉 編, 日本医事新報社, 東京: 9-12, 2012

内山真一郎: 一過性脳虚血発作 (TIA) . 神経疾患最新の治療 2012-2014, 小林祥泰, 水  
澤英洋 編, 南江堂, 東京: 120-123, 2012

〈雑誌〉

堤由紀子: 私の処方. 頸動脈エコーで動脈硬化所見が見られた場合. Modern Physician  
2012; 32: 1286.

堤由紀子: 頸動脈エコー検査手順の基本. Vascular Lab 2012;9:581-586

堤由紀子: 頸動脈の異常と評価の仕方. Vascular Lab 2012;9: 593-602

内山真一郎: 血液疾患と脳神経疾患. 1. 凝固異常と脳卒中: 日本内科学会誌  
2012;101:2232-2237

内山真一郎: 脳卒中予防と脂質管理. 東京内科医会会誌 2012;28:134-144

Nakamura T, Tsuruta S, Uchiyama S: Cilostazol combined with aspirin prevents early neurological deterioration in patients with acute ischemic stroke: A pilot study. *J Neurol Sci* 2012;313:22-26

Uchiyama S, Ibayashi S, Matsumoto M, et al: Dabigatran and factor Xa inhibitors for stroke prevention in patients with nonvalvular atrial fibrillation. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2012;21:165-173

内山真一郎: 新規経口抗凝固薬 up to date. *心臓* 2012;44:4-8

松本 昌泰

〈雑誌〉

Hosomi N, Aoki S, Matsuo K, Deguchi K, Masugata H, Murao K, Ichihara N, Ohya H, Dobashi H, Nezu T, Ohtsuki T, Yasuda O, Soejima H, Ogawa H, Izumi Y, Kohno M, Tanaka J, Matsumoto M. Association of Serum Anti-Periodontal Pathogen Antibody with Ischemic Stroke. *Cerebrovasc Dis.* 2012; 34: 385-392.

Hosomi N, Sueda Y, Masugata H, Dobashi H, Murao K, Ueno M, Miki T, Kohno M, Nishiyama A, Matsumoto M. The Optimal Timing of Anti-Hypertensive Medication Administration for Morning Hypertension in Patients with Cerebral Infarction. *Hypertens Res.* 2012; 35: 720-724.

Kono T, Ohtsuki T, Hosomi N, Takeda I, Aoki S, Sueda Y, Ishihara K, Nakamura T, Yamawaki T, Matsumoto M. Cancer-associated ischemic stroke is associated with elevated D-dimer and fibrin degradation product levels in acute ischemic stroke with advanced cancer. *Geriatr Gerontol Int.* 2012; 12: 468-474.

藤代健太郎

〈書籍〉

藤代健太郎: 循環器疾患 3. 診断と検査. 臨床病態学第 2 版. 北村聖総編集, 後藤英司, 藤代健太郎編集, ニューヴェルヒロカワ, 2013, 382-391.

〈雑誌〉

藤代健太郎: Stiffness parameter  $\beta$  について. *Vascular Lab*, 2012, 9 増刊: 141-146.

Fujisiro K, Harada M: Examination of the utility of intima-media thickness and plaque score in the common carotid artery as the aortic stiffness index to aorta and lower limbs. *Cerebrovasc Dis* 2012; 33(Suppl.1): 64-65.

正林浩高, 盛田俊介, 山崎純一, 池田隆徳, 並木温, 中野元, 南條修二, 山科昌平, 酒井謙, 藤代健太郎: 東京都城南地区の病診連携共同研究—城南地区血圧調査 (TOHO-JOINT 研究). — における降圧目標達成率の経年変化. 第1回臨床高血圧フォーラム, 2012年5月, 大阪.

北川 一夫

〈雑誌〉

Miwa K, Tanaka M, Okazaki S, Furukado S, Sakaguchi M, Mochizuki H, Kitagawa K. : Association between interleukin-6 levels and first-ever cerebrovascular events in patients with vascular risk factors. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2013; 33: 400-405.

小久保 喜弘

〈雑誌〉

Arai H, Kokubo Y, Watanabe M, Sawamura T, Ito Y, Minagawa A, Okamura T, Miyamoto Y: Small dense low-density lipoproteins cholesterol can predict incident cardiovascular disease in an urban Japanese cohort: The Suita study. *J Atheroscler Thromb*, 2013; 20: 195-203.

Higashiyama A, Okamura T, Watanabe M, Kokubo Y, Wakabayashi I, Okayama A, Miyamoto Y: Alcohol consumption and cardiovascular disease incidence in men with and without hypertension: the Suita study. *Hypertens Res*, 2013; 36: 58-64.

山村 修

〈雑誌〉

山村修: 狭窄・閉塞病変の評価. *Vascular Lab* 増刊号, 2012; 38-44.

多賀谷 昌史

〈雑誌〉

Matsumoto M, Sakaguchi M, Okazaki S, Furukado S, Tgagaya M, Etani H, Shimazu T, Yoshimine T, Mochizuki H, Kitagawa K : Relationship between plasma D-Dimer level

and cerebral infarction volume in patients with nonvalvular atrial fibrillation. *Cerebrovasc Dis*, 2013; 35: 64-72.

研究成果の刊行物・別刷り



### 超音波診断装置

最近の超音波診断装置は信号処理の進歩により画質が日進月歩で向上している。逆に超音波診断装置はセッティングにより見え方がまったく違ったものになるので、プリセットは有名な施設の設定をメーカーに依頼して同じような設定にして、いろいろ試してみることも診断精度をあげることに繋がる。またメーカーにより狭窄部でのみ出しが少ないカラードプラの開発が進み、ダイナミックフロー、カラードプラではないがBフローなどの新技术を搭載しているものもあり、狭窄の診断に有用である。プローブの種類も増え、頸動脈用とされているものだけでなく、他の目的に使われていたものを頸動脈に用いることもできる。たとえば、中心周波数が5MHz程度のミニコンベックスといわれるタイプのプローブは、内頸動脈遠位部や総頸動脈分岐部など少し深度の深い部分を見るために非常に便利である。

### プラーク診断の手順

#### ① 短軸像でプラークの位置確認

まずプラーク診断を行っていく場合に重要なことは、最初に頸動脈を短軸で総頸動脈のできるだけ起始部付近から、内頸動脈のできるだけ遠位部までBモードでスキャンし、さらにカラードプラを用いてもう一度スキャンすることである。これにより血管の走行やどこにプラークがあるのか、全体像を把握することができる。

最初に見つけたプラークに最初から集中すると、他の病変を見逃すことがある。カラードプラでプラークを探すときに気をつけるべき点は、分岐部など血流速度が落ちたり渦を巻くような部分では、カラーが乗らないことがよくある。このような場合にはカラーゲインを上げて少し血管からカラーがはみ出るぐらいにしても欠損しているのかをチェックしたり、パワードプラを用いたりすると血流の低下による陰影欠損が消失する。

#### ② プラークの詳細をみる

短軸像でプラークの位置の確認ができれば、プラークの詳細をみてゆく。短軸・長軸でBモード画像を主体にゆっくり、とくに長軸では前方、斜め前、側方、後ろ斜めとできるだけ多方向から観察する。エコー性状を見るにあたって、カラードプラの意義は少なく、潰瘍の有無を確認したり、near-occlusionの場合に血流が流れているかどうかの確認ぐらいと考えてよい。少なくとも有意狭窄や症候性病変と考えられるときには、狭窄率、エコー輝度、表面性状、均一性、可動性の有無について評価を行う。

#### 狭窄率の計測

短軸での面積狭窄率は、比較的簡便で広く用いられているが、数値が大きくなるために真の意味を理解できていないと過大評価につながる。また現時点で面積狭窄率から手術適応を決める基準はない。経時的な比較のために計測することは有用であるが、その他の狭窄率と併

反映している。とくに血管内治療を行う場合に、大きな体積の低輝度プラークは塞栓症合併のリスクが高いので注意が必要である<sup>2)</sup>。

## 2 表面性状

表面性状は通常、平滑、不整、潰瘍に分類している(図2)。潰瘍の定義は深さが2mm以上のものとされているが、これは診断機器の分解能が悪かった時代に設定されたもので、現在ではより小さな潰瘍も診断可能である。潰瘍は線

維性被膜の破綻を反映しているために、脳梗塞のリスクとして重要であるが、潰瘍のみで血行再建術の適応とはならない。不整とは潰瘍はないが表面が平滑でないもので、脳梗塞のリスクとなるという報告もある<sup>6)</sup>。

## 3 均一性

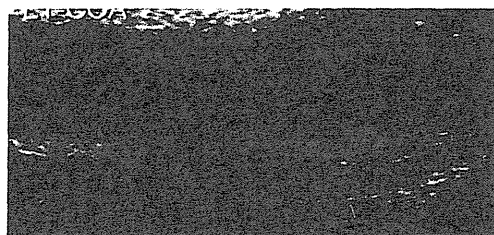
エコー輝度が明らかに異なる部分がある一つのプラークに混在する場合、不均一と定義されている(図3)。同じ狭窄率でも症候性の病変が多い

### Pitfall

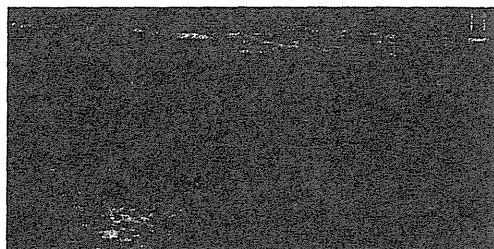
#### エコー輝度の判定

エコー輝度は通常定性的に術者の主観で判断する。画像の輝度はBモードのゲイン調整などで大きく変化するので、本文に記載したように他の組織を基準にして判定する。低輝度は血液、等輝度は内中膜や筋肉、高輝度は骨が基準だが、深度が変わると基準の組織の輝度も変化するので同程度の深度にある組織と比較する。またプリントアウトした画像を報告書に添付する際には、実際のディスプレイ上のイメージと同じように印刷されているか調整をしておく必要がある。

平滑



不整



潰瘍

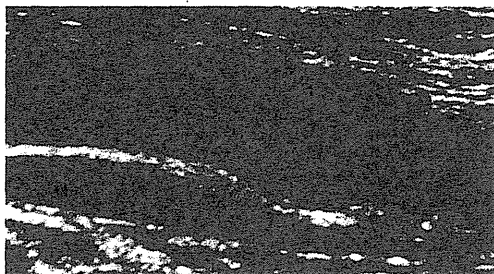
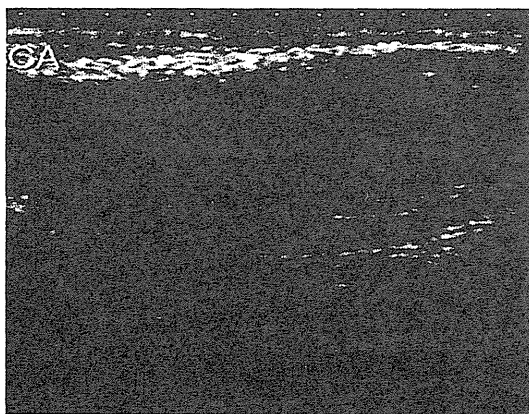
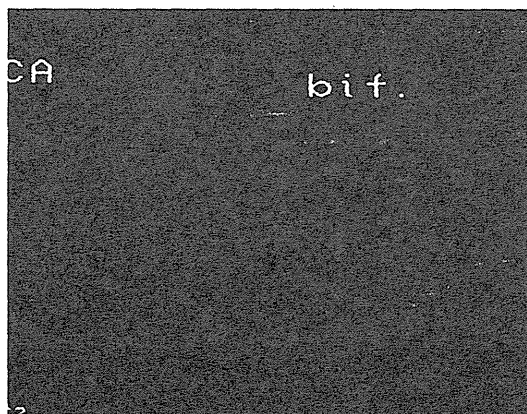


図2 表面性状の分類



均一



不均一

図3 均一性の分類

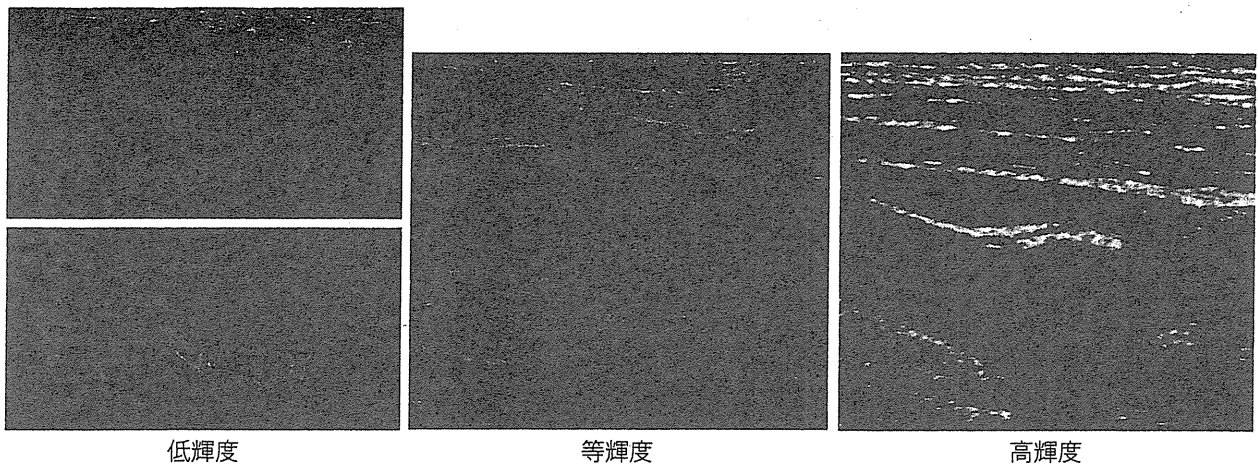


図1 プラークの輝度分類

記することがすすめられる。その他の狭窄率の計測法としては、長軸像から直接 ECST 法 (European Carotid Surgery Trial) または NASCET 法 (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial) で計測する方法がある。ECST 法は超音波のほうが理論的に精度が高いと考えられるので、直接計測する方法としてもっとも推奨できる。NASCET 法は直接短軸像で計測すると、内頸動脈遠位部での計測が困難な例も多く、誤差が大きい。いずれにしても超音波の長軸像で狭窄を計測する場合は、B モードで計測することが原則で、カラードプラを用いる場合は参考にする程度にとどめ、B フローやダイナミックフローのような血管から血流画像がはみ出さない画像を利用することが望ましい。NASCET 法での狭窄率の評価法は、欧米では狭窄直後の最大血流速度から推測するのが一般的で、130cm/sec 以上なら 50% 狭窄、200cm/sec 以上なら 70% 以上の狭窄が存在するとされている<sup>4)</sup>。

### プラーク性状の評価

狭窄率 50% を超えるようなプラークに関しては、プラーク性状の評価が必要となる。プラークの評価は、エコー輝度、表面性状、均一性、

可動性について行う。

#### 1 エコー輝度

通常は低輝度、等輝度、高輝度の 3 つに分類される (図 1)。等輝度は周囲の内中膜や筋肉と輝度が近いもの、高輝度は骨の輝度に近いものや acoustic shadow を引くもの、低輝度は等輝度より輝度の低いものや血液の輝度に近いものとされているが、診断機器や設定により見え方は大きく異なる。輝度を数値化する工夫はこれまでもにも報告があるが、もっとも普及しているのは画像を市販の画像編集ソフトの Adobe Photoshop<sup>®</sup> で取り込み、血管内と中膜内膜複合体厚 (intima media thickness : IMT) を基準にして数値化する、gray scale median (GSM) という方法である<sup>3)</sup>。しかし自動的に数値が出るわけではないので、手間がかかりこれ以上の普及は望めないと思われる。もう一つの方法は、帰ってきた超音波の生信号を解析する Integrated backscatter という方法であるが、現状では生信号が処理できる超音波診断装置がほとんどなく、実用的ではない<sup>5)</sup>。

輝度の分類は病理組織と合致するとされており、低輝度プラークは粥腫や血腫、等輝度プラークは線維性組織、高輝度プラークは石灰化を

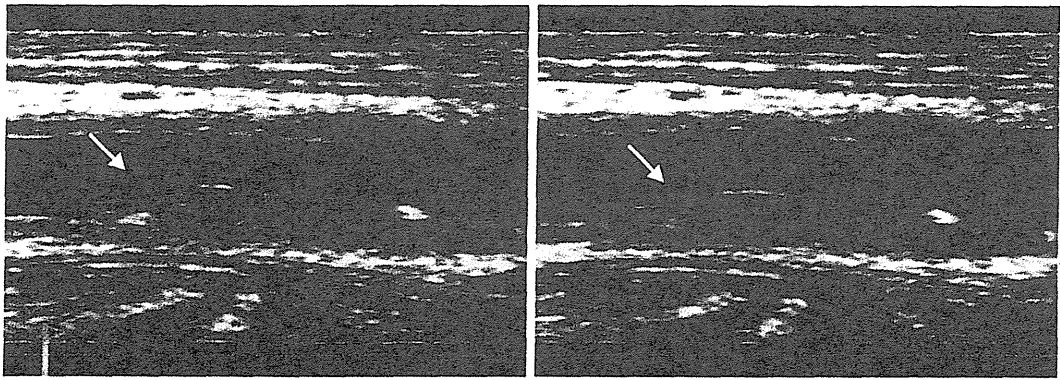


図4 可動性プラーク (mobile plaque)

との報告もあり<sup>1)</sup>、リスクの一つと考えられる。

#### 4 可動性

可動性は超音波ならではの所見で、他のモダリティでは評価できない。プラークの表面に付着した血栓や破綻した断端などが可動性になっているものは、症例報告などでもあるが、プラーク本体の一部が心拍動に一致して動くものがあることがわかってきた(図4)。これらを mobile plaque と呼んでいるが、とくに症候性病変の場合には、内科治療に抵抗して再発・進行するものが多いために重要な所見で、われわれの施設では症候性の可動性プラークに対してはできる

だけ早期の CEA を実施するように推奨している。  
(長束一行)

#### Keypoint

##### mobile plaque の見つけ方

mobile plaque は B モード像で、プローベをしっかり固定し、最低 3 心拍は同じ画像を注意深く観察しなければ見つからない。プラークの描出は長軸にしたほうが見つけやすいことが多く、プラーク表面を注意をこらしながら、前方・斜め前方・側方・斜め後方と種々の方向から観察する。

#### 文献

- 1) AbuRahma AF, Wulu JT Jr, Crotty B: Carotid plaque ultrasonic heterogeneity and severity of stenosis. *Stroke* 33: 1772-5, 2002
- 2) Biasi GM, Froio A, Diethrich EB, et al: Carotid plaque echolucency increases the risk of stroke in carotid stenting: The imaging in carotid angioplasty and risk of stroke (icaros) study. *Circulation* 110: 756-62, 2004
- 3) Biasi GM, Mingazzini PM, Baronio L, Piglionica MR, Ferrari SA, Elatrozy TS, Nicolaidis AN: Carotid plaque characterization using digital image processing and its potential in future studies of carotid endarterectomy and angioplasty. *J Endovasc Surg* 5: 240-6, 1998
- 4) Jahromi AS, Cina CS, Liu Y, Clase CM: Sensitivity and specificity of color duplex ultrasound measurement in the estimation of internal carotid artery stenosis: A systematic review and meta-analysis. *J Vasc Surg* 41: 962-72, 2005
- 5) Nagano K, Yamagami H, Tsukamoto Y, Nagatsuka K, Yasaka M, Nagata I, Hori M, Kitagawa K, Naritomi H: Quantitative evaluation of carotid plaque echogenicity by integrated backscatter analysis: Correlation with symptomatic history and histologic findings. *Cerebrovasc Dis* 26: 578-83, 2008
- 6) Prabhakaran S, Rundek T, Ramas R, Elkind MS, Paik MC, Boden-Albala B, Sacco RL: Carotid plaque surface irregularity predicts ischemic stroke: The northern manhattan study. *Stroke* 37: 2696-701, 2006

## II

## TIA 診療の実際

## 頭頸部血管の評価

国立循環器病研究センター脳神経内科 長束一行

**Point**

TIA はできるだけ早く、頭頸部血管の評価を行わなければならない。  
血管の形態的評価のみならず、性状診断も重要である。  
超音波検査は簡便で、有意狭窄の有無を簡単に検出できるので技術を習得しておくべきである。

**はじめに**

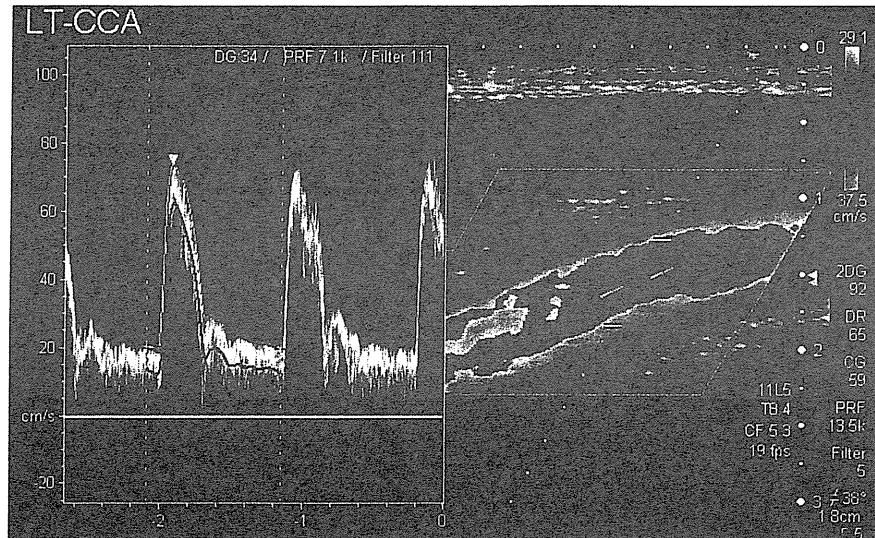
一過性脳虚血発作(transient ischemic attack : TIA)患者の診療にあたり、頭頸部血管の評価は治療方針の決定のため不可欠なものであるが、いかに迅速に評価を行えるかについても大きなポイントである。施設特性によりどの検査が最短で行えるかは異なるため、それぞれの施設で適切な検査を選択し、まず最短で脳と頸動脈の病変を評価することが必要である。また検査法により、長所・短所もあるために、それらをよく理解したうえで検査計画を立ててゆく必要がある。

**1 超音波検査****① 頸動脈超音波検査**

頸動脈超音波検査は頸動脈病変を最も簡単に、短時間で、ベッドサイドでも検出可能な検査で、TIA 患者の診療に最も重要な検査の1つである。しかし検者の手技により、所見が見落とされたり、誤った判断が下されることもあるので十分にトレーニングを積んでおく必要がある。ハンズオンがいろいろなところで行われているので、全くはじめて検査を行う場合だけでなく、しばらく検査をしてみた後でもう一度参加すると、改めてノウハウがよくわかる場合が多い。

**② 超音波診断装置**

ポータブルな装置から、フルスペックの高額な診断装置まで現在幅広い選択肢がある。ポー



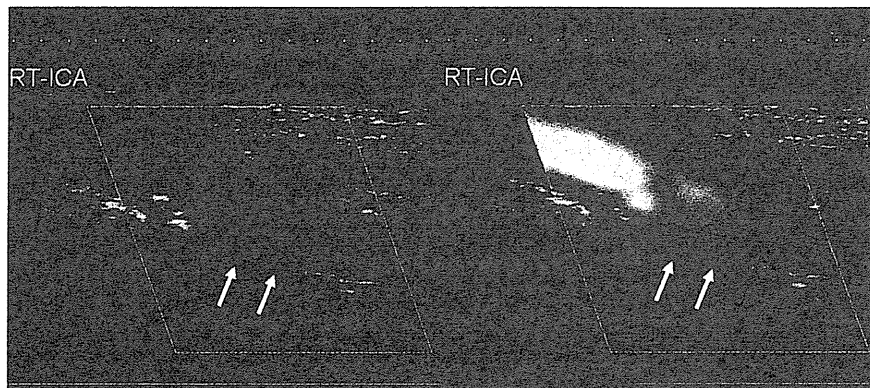
Left CCA Doppler					
Vmax	73.8 cm/s	Vmin	20.0 cm/s	Ved	20.0 cm/s
PI	1.56(Ved)	RI	0.73(Ved)	S/D	3.69
Vmean	34.5 cm/s				

**図1** Duplex ドブラ

B-モード画像上に任意のサンプルポイントを設定し、血流速度を計測できる機能。

カラードブラ

パワードブラ



**図2** カラードブラとパワードブラの違い

カラードブラでは分岐部の低流速となっている部分が描出できず、低輝度ブラークと見間違ふことがある。パワードブラでは低流速の部分もカラーがのり、低輝度ブラークがないことを簡単に確認できる。

ダブルな装置は安価で導入しやすいが、画面が小さく、機能も限られているために、十分な経験と技術をもった検者が使うべき装置であると考えておいた方がよい。高価なフルスペックの装置は描出力に優れ、初心者でもきれいな画像を得ることができる。また対象血管に合わせたプリセットの設定により、見え方が驚くほど異なってくる場合もある。各メーカーは有名な施設のプリセットを数多くもっているの、相談して使いやすいものを選択してセットしておく、その装置の最大限の能力を引き出すことができる。

必要最低限の機能としては、Duplex ドブラといわれる、B-モード画像で目的の血管にサンプリングポイントを設けて、血流速度の計測ができる機能(図1)と、カラードブラ(できればパワードブラも)の機能は備えたものが必要である。パワードブラは角度がつきにくい血管の血流も描出できるので、アーチファクトによる低輝度ブラークの判定に有用である(図2)。その

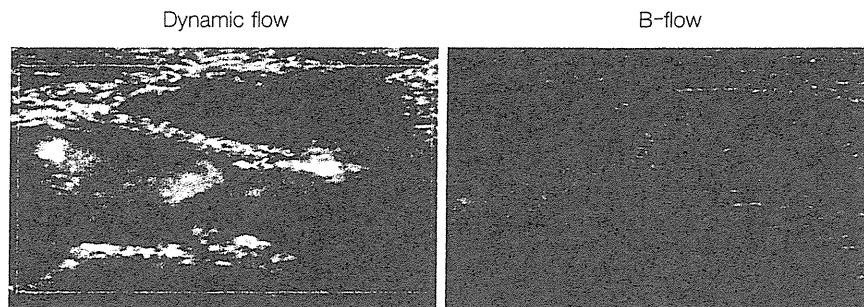


図3 ダイナミックフロー(東芝)とB-フロー(GE)による高度狭窄部の描出  
原理は異なるが、血流の描出が血管内からにじみ出のを抑制することができる。

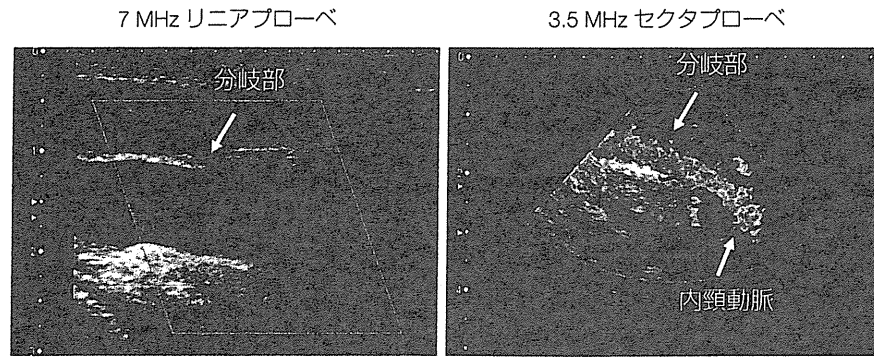
他の機能としては、血管外にフロー画像がにじみ出にくいダイナミックフローやB-フローなど(図3)の機能はがあると狭窄の評価を正確にできるので便利である。

プローベは7~10 MHz 前後のリニアプローベが基本で、深部まで見ることができるよう3.5 MHz 前後のセクタプローベが最低限必要である。また6 MHz 前後のリニアプローベやマイクロコンベックスとよばれる小型プローベもあると高周波で届きにくい部位を描出するのに役立つ。

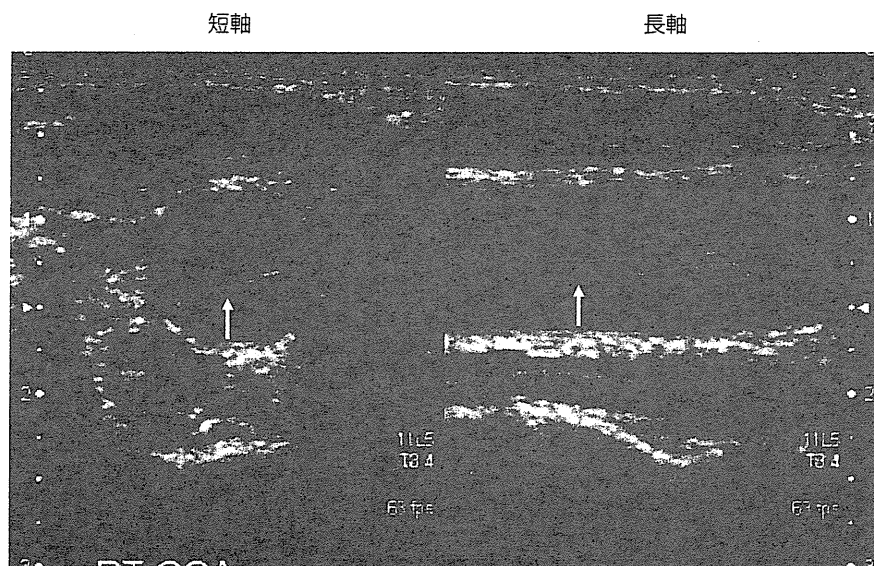
## ② 検査手技

頸部超音波検査は被験者が椅子に座った状態でも可能であるが、プローベの固定がむずかしいので、ベッド上で臥位の状態で検査することを推奨する。通常は枕をはずし、少し検査する血管測と反対側に首を傾げる。TIA で患者が来院した場合には、まず患側を最初に観察し、有意狭窄があるかどうかを調べるのが診療計画を立てていく上で有効である。短軸でできるだけ総頸動脈起始部から、内頸動脈遠位部までB-モードとカラードプラ法でスキャンする。狭窄性病変が見つければ、狭窄率を計測し、必ず狭窄直後の最大収縮期血流速度も計測しておく。最大収縮期血流速度が200 cm/sec 以上あればNASCET法で70%以上の狭窄があると推定できる。その後長軸でプラークの性状評価を行う。日本人の内頸動脈は分岐部が高位にあり、高周波のリニアプローベでは見えにくい場合があるが、そのような場合は手間を惜しまずに3.5 MHz 程度のセクタプローベなどに切り替えて、必ず遠位部まで確認する必要がある(図4)。また血流速度が300 cm/sec を超えてくると、高周波のリニアプローベではドプラ波形がオーバーフローして正確に血流速度が計測できなくなるが、セクタプローベを用いればより高速の血流を正確に計測可能である。急性期には狭窄率も短期間に変化していく場合があるので、できるだけ正確に計測を行っておく必要がある。TIA で発症する例は少ないかもしれないが、脳梗塞の原因として大動脈解離がある。胸痛・背部痛を伴わないこともあるので、超急性期にrt-PAを投与すると死亡事故にもつながる。大動脈解離が頸動脈に進展している場合には、解離腔やフラップが認められるので、見落としのないようにする(図5)。

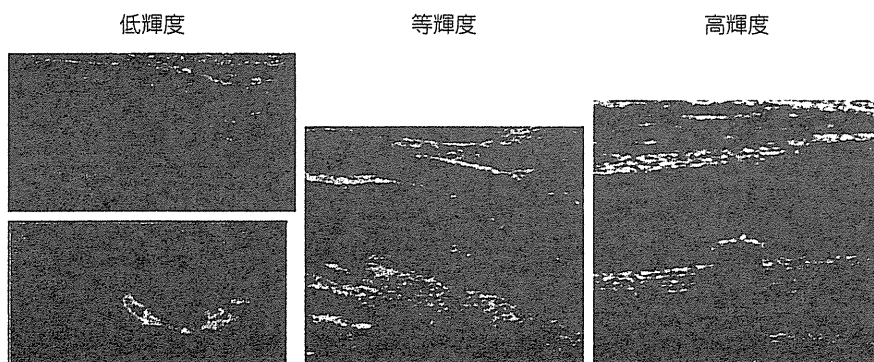
プラークの性状診断は、エコー輝度(図6)、表面性状(図7)、均一性(図8)、可動性(図9)の評価を行う。低輝度エコーはプラークが粥腫や血栓で構成されていることを反映し、ステント治療の際には遠位部塞栓のリスクが高い。また高輝度プラークは石灰化を反映し、等輝度プラークは繊維性成分が多いことを反映する。急性期の可動性プラークは、早期の再発の危険性が高いため要注意で、可能ならできるだけ早い時期での血栓内膜剝離術がすすめられる。



**図4** 内頸動脈遠位部の狭窄  
 内頸動脈の位置が深いとリニアプローブでは十分描出できない(左図矢印)。3.5 MHzのセクタプローブを用いてカラードプラで観察すると、内頸動脈遠位部まで描出でき、血流速度をみることにより高度狭窄の有無を容易に判断できる(右図矢印)。

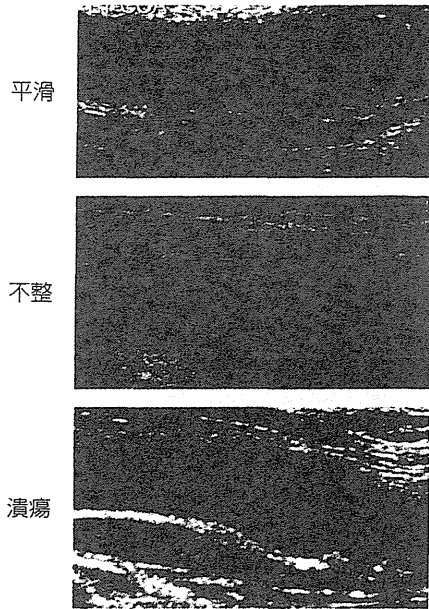


**図5** 大動脈解離が総頸動脈に進展した症例  
 真腔と偽腔、その間のフラップ(矢印)が描出できる。



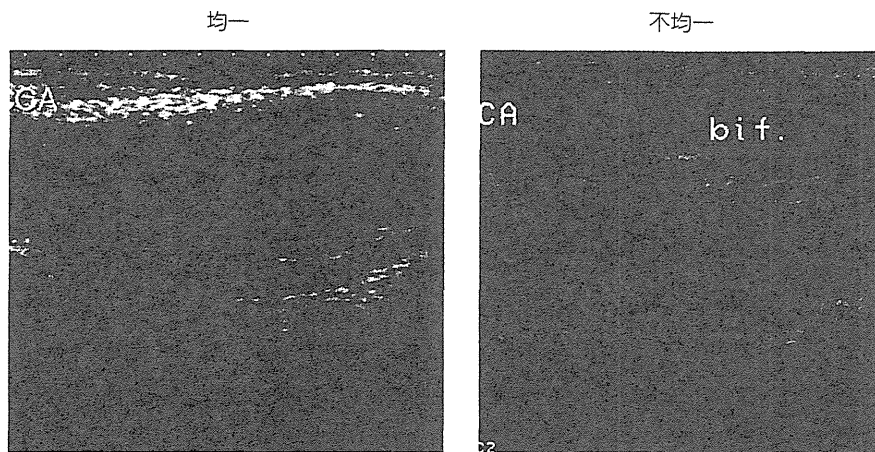
**図6** プラークの輝度分類  
 低輝度は血液、等輝度は内中膜や筋肉、高輝度は骨に近い輝度を示す。





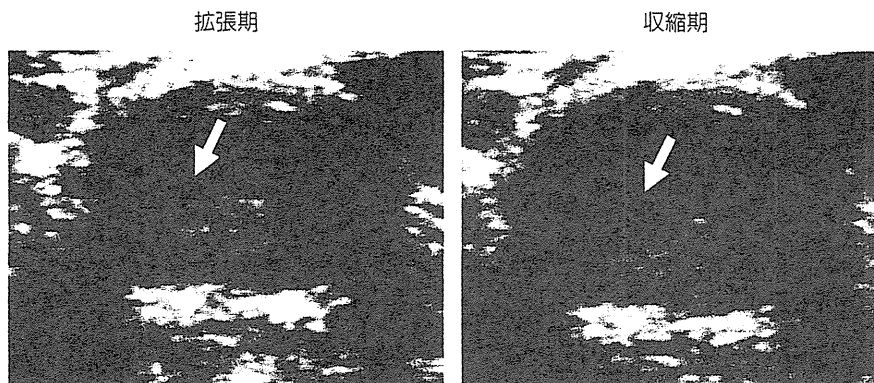
**図7** 表面性状の分類

潰瘍は定義では2 mm以上の深さをもつものとされているが、診断装置の進歩により、より小さな潰瘍も診断可能である。不整は潰瘍はないが表面が凸凹していて滑らかでないものをさす。



**図8** 均一性の分類

不均一は2つ以上の輝度が混在するもの。



**図9** 可動性プラーク

矢印の部分が拍動に従って、局所的に動く。

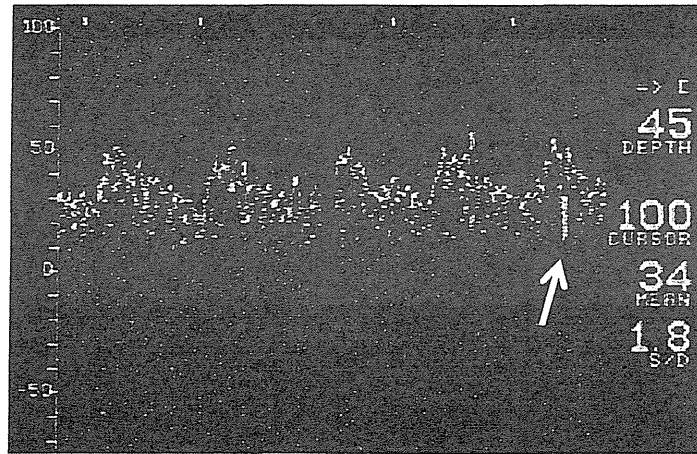


図 10 TCD による中大脳動脈の血流波形  
矢印が示している高輝度信号が MES.

## ⑥ 経頭蓋超音波検査

### ① 経頭蓋ドプラ検査(trans-cranial doppler : TCD)

TCD はドプラ機能しかもたない装置であるが、プローベが小さく軽量であるので、ヘッドバンドを用いておもに中大脳動脈からの血流信号を長時間連続してモニターできる。栓子が通過すると、ドプラ血流波形の中に「ぴゅっ」というような独特の音を伴った高輝度で短い信号 (micro-embolic signal : MES) として検出できる (図 10)。側頭骨窓から検査すると、角度を変えることにより中大脳動脈、後大脳動脈、前大脳動脈の血流波形を検出できる。日本人は側頭骨窓が狭く、特に高齢の女性では検出できないことも多い。しかし、MES が多数検出されると再発率が高いことや、治療効果判定にも用いることができるのでその価値は大きい<sup>1)</sup>。

この他の利用法として、狭窄部があるとその部分で血流速度が上昇するために狭窄の診断にも用いることができる。特に解離のように狭窄性病変が短期間に変化していくことが予想されるような場合には、簡単に繰り返し検査可能なので行ってみる価値はある。

### ② 経頭蓋カラーフローイメージング(trans-cranial color flow imaging : TCCFI)

TCD と異なり、2 MHz 前後のセクタプローベで、B-モード画像で中脳や脳室などの構造物を目安に位置関係を確認しながら、カラードプラで血管の描出を行う (図 11)。中大脳動脈、後大脳動脈、前大脳動脈の同定が可能で、角度補正も行えることから TCD より正確に血流速度の計測が可能である。また血流の検出部位が正確になるので、狭窄病変が変化していく可能性のある場合には、TCD より正確に経時的変化を捉えやすい。ただしプローベが大きくなることからヘッドバンドによる固定は通常行えないので、MES の検出に用いることは困難である。

### ③ 経口腔超音波法(transoral carotid ultrasonography : TOCU)

TOCU は経直腸プローベを用いて、口腔内から内頸動脈遠位部を描出する方法で、頸部から捉えることが困難な内頸動脈遠位部の狭窄、内頸動脈閉塞の発症機序の推定、頸動脈解離の診断などに有用である<sup>2)</sup>。

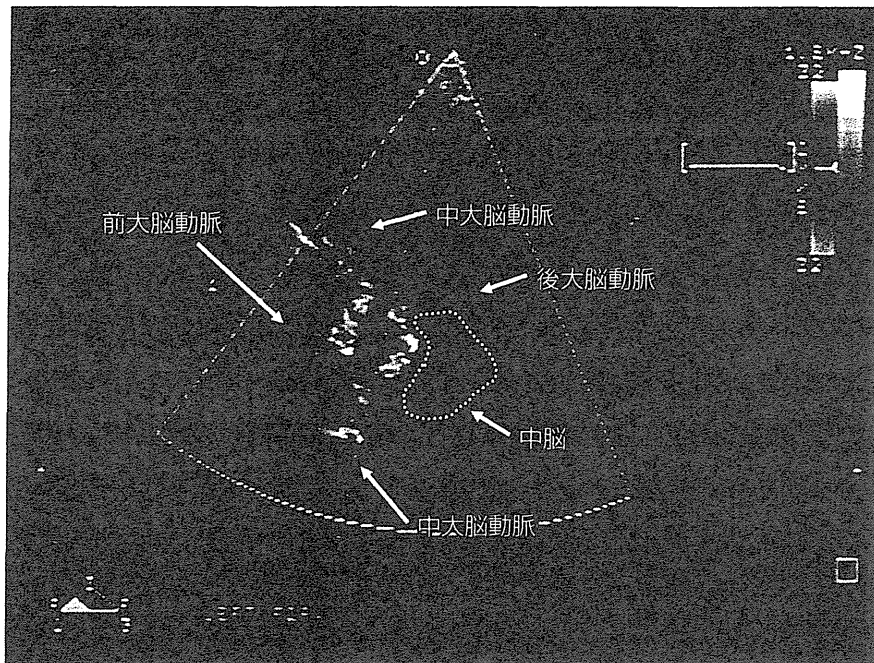


図 11 側頭骨窓からみた TCCFI の画像  
蝶形の中脳を目安に中大脳動脈、後大脳動脈、前大脳動脈、ウィルス輪が描出されている。

## 2 MR 検査

### ㊦ 頭蓋内 MRA

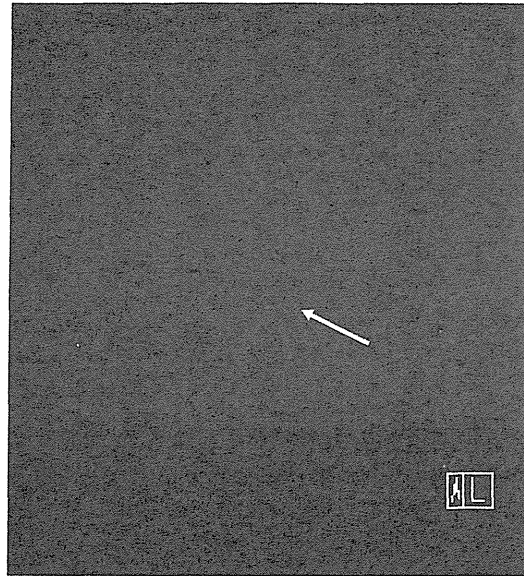
頭蓋内主要血管の狭窄性病変を診断するため、現在最も普及している方法で、TIA の診療にも必須である。MRA の特徴として、狭窄が過大評価される、屈曲の強い部分での評価が困難など注意点もあるが、簡便で短時間で撮像可能なので MRI と同時に必ず撮っておく必要がある。高磁場 MR 装置も徐々に普及しつつあり、3T の装置では穿通枝起始部の評価も可能となってきている。

### ㊧ 頸部 MRA

頸部 MRA は頭部 MR 検査と同時に行うことも可能であるが、時間がかかるため、頸動脈エコーがいつでも行える施設では急性期に省略されることがある。TIA の診療では頸部頸動脈の評価が急性期に必須であるので、頸部エコーが急性期にすぐ施行できない施設では、逆に必ず急性期に速やかに MRA で評価を行う必要がある。最近 Yoshimura らは time-of-flight 法の MRA でプラーク内出血の有無を評価できると報告している<sup>3)</sup>。プラーク内出血の存在は、プラークの脆弱性を示し、治療法の選択にも有用な情報になる(図 12)。

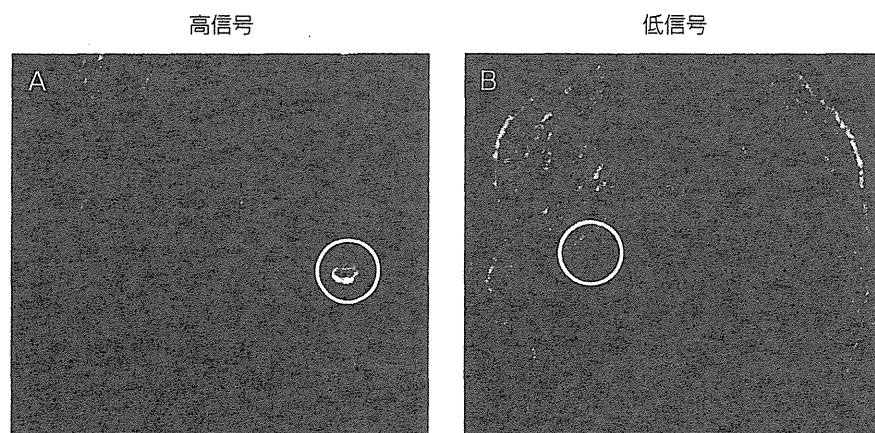
### ㊨ MRI によるプラークの性状診断

最近 MRI によるプラークの性状診断が広く普及しつつある。Yamada らは MPRAGE により高輝度に描出されるプラークは症候性の病変である頻度が高いという報告をしている(図 13)。T1, T2 など4つの撮像法での所見の組み合わせにより、粥腫、出血、線維成分などの鑑別が可能との報告もある。また解像度も上がってきて、線維性被膜(fibrous cap)の描出や断裂の有無



【図12】 頸部 MRA の TOF 画像

左の分岐部から内頸動脈にかけて高度狭窄が認められるが、プラーク内には大きな淡く輝度の高い部分が描出されている。



【図13】 頸動脈の MRI 画像 (MPRAGE)

A は MPRAGE で高信号。B は狭窄があるものの低信号。

まで評価できるとの報告もあり、プラークの脆弱性をかなり詳細に評価できる可能性がある。今後の問題点としては、施設により撮像法がまちまちの状態であるので、標準化を行い、多施設共同研究でその有用性を評価していくことが課題となっている。

### 3 CT angiography (CTA)

CT angiography (CTA) は CT 装置の進歩により、解像度が飛躍的に高く、撮像時間も短くなっている。再構築画像であるので、MRA と同様に 360 度どの方向からでもみることができ、狭窄性病変の精度は MRA よりも高い。欠点は造影剤が必要なことと、石灰化病変があると血管内腔が正確に描出できないことがあるという点である。逆に MRA ではわからない、石灰化病