

## 頸動脈の超音波検査

井上 芳徳

**要 旨**：頸動脈の超音波検査は無侵襲検査であり，内膜中膜複合体厚の測定により粥状硬化性病変の推定に有用であるとともに，高血圧，糖尿病，脂質異常症などの危険因子を管理する際の指標としても有効である。プラークを認めた場合には，表面の形態や内部エコーの性状を評価することにより脳虚血発作の危険性を推定できる。狭窄性病変を認めた場合には，狭窄率を算出して内服治療とするか頸動脈内膜切離術の適応かを判定できる。（J Jpn Coll Angiol, 2009, 49: 453-458）

**Key words**: brain infarction, transient ischemic attack, amaurosis fugax, intima media thickness, carotid plaque

### 頸動脈エコーの原理

通常の体表エコーと同様に，頸動脈エコーでもBモード，カラーモード，ドプラモードがある。Bモードは白黒の画面表示となっている状態であり，全体像の把握，内膜中膜複合体厚(intima media thickness: IMT)，プラークの有無の評価に適している(Fig. 1)。カラーモードは血流が赤と青で表示されている状態であり，横断面で狭窄度を計測する際とプラークの表面性状を評価する際にカラーモードで描出し狭窄度や表面性状を検討する。ドプラモードは関心領域の流速波形を記録し，収縮期最大流速から狭窄率を評価する際に使用する。特に石灰化で最大狭窄の部位が描出できない場合に有用である。

### 患者情報の収集

問診が重要であり，頸動脈疾患に起因する脳虚血症状や眼症状の有無を聴取し，さらに頸動脈拍動の触診および頸動脈領域を聴診する。典型的な内頸動脈狭窄の場合には上頸部に限局して血管雑音を聴取する。また大動脈弁疾患が頸部血管の血流に影響を及ぼすため，同時に心雑音の有無も聴取しておく。

### 超音波装置の条件設定

頸動脈エコーでは，Bモードおよびカラーモードで評

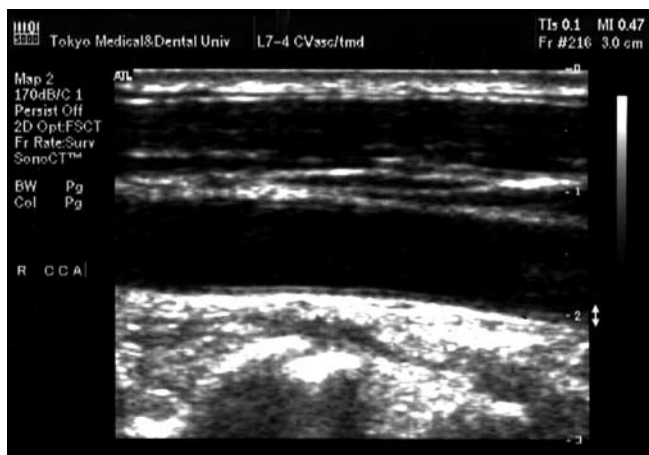
価するが，狭窄性病変を認めた場合には狭窄率計測のためドプラモードとして流速波形を記録する。またプロブとしてはリニア型で，より高周波を使用する。

通常，Bモードゲイン，ダイナミックレンジおよびカラーゲインは，プロブ(7.5MHz以上の高周波数プロブ)を選択し，さらに評価部位として頸動脈または表在動脈を選択することにより適切な値に設定される。ゲインを上昇させると生体組織からの反射信号が増幅し，より微弱的な信号が検出可能となる。しかし上昇させすぎるとアーチファクトなどノイズ信号も増幅され観察が困難となる。

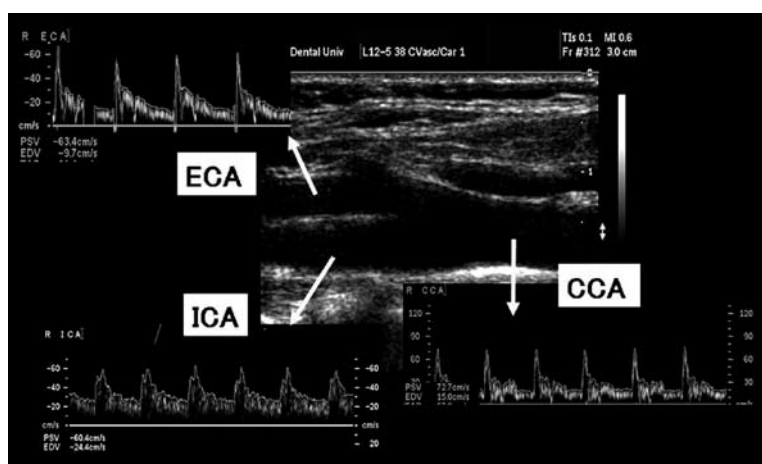
ドプラモードでのゲインは，ドプラ波形をみながら一定の波形が認められるように調整するが，通常は最初の設定で良好なドプラ波形が得られる(Fig. 2)。正確な血流速度を評価するため入射角度は60度以下とする。

### 検査時の患者の体位

患者の体位は，仰臥位が一般的である。枕をとり，頭部を軽度後方に伸展させ，検査する動脈と反対側に約30度傾け，観察部位を伸展させる(Fig. 3)。猪首や太っている場合には，肩甲骨に低い枕やバスタオルをおいて頭部を後方にさらに伸展させる。頸動脈分岐部が高位で内頸動脈が観察しにくい場合には，座位または側臥位として頸部後方から観察する。



**Figure 1** B-mode: longitudinal scan at the common carotid artery. Intima media thickness was within reference value.



**Figure 2** Normal Doppler waveform at the common, external, and internal carotid artery.

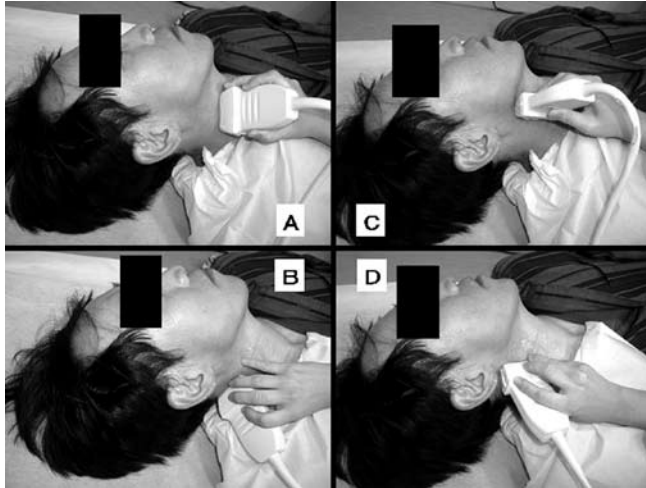
### 走査方法

血管に対して短軸と長軸の両方の断面で走査する (Fig. 3)。最初に病変の有無を評価するため、短軸断面として、前方アプローチで総頸動脈から分岐部、内頸動脈球部の遠位まで走査する。同様の範囲を側方アプローチからも走査する。次に長軸断面として、前方アプローチで総頸動脈から分岐部、内頸動脈球部の遠位まで走査する。最後に側方アプローチで同様の範囲を走査する。

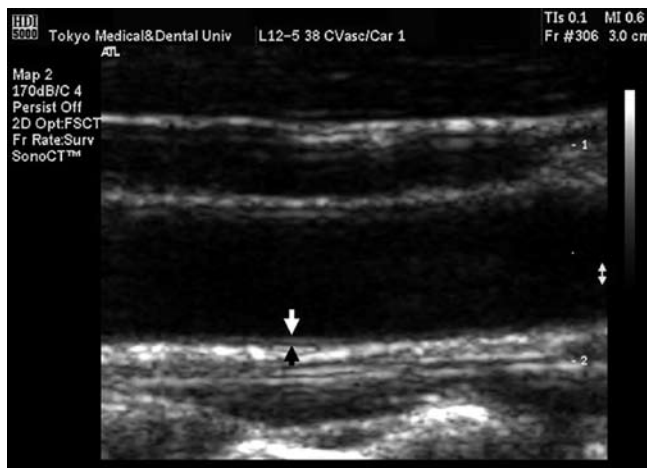
短軸断面で、前方と側方の2方向からアプローチし、内膜中膜複合体(intima media complex: IMC)の肥厚、およびプラークや狭窄性病変の有無を評価する。短軸断面での走査に際しては、血管に対して垂直方向にビームが入射するようにプローブの角度に注意することが重要である。

### 内膜中膜複合体厚(intima media thickness: IMT)

頸動脈壁の断層像では、血管内腔側より高エコー層、低エコー層、および高エコー層の3層構造として描出さ



**Figure 3** Positioning and probe scanning: The neck was extended slightly and the head was tilted about 30 degree to the opposite side. A, B: anterior approach and lateral approach using cross-sectional scanning. C, D: anterior approach and lateral approach using longitudinal scanning.

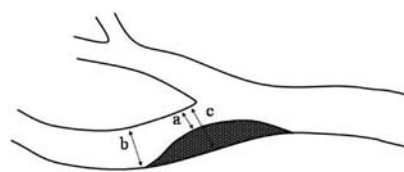


**Figure 4** Intima media thickness (IMT): The posterior wall was depicted using longitudinal scanning to measure the thickness between high echoic layer and low echoic layer.

れる。後壁に関しては、内膜面側の高エコー層と低エコー層の2層の厚みが内膜と中膜の厚みと一致し、この厚さをIMTとして計測する(Fig. 4)。計測値の最小単位は0.1mmであるため、より高周波のプロブを用いることと、できれば画像サイズを大きく表示してから、IMTを計測し測定誤差を抑える。

### 粥状硬化性病変の評価

プラークは、「IMTが1.0mmを超え、IMC表面に変曲点を有する限局性の隆起性病変、ただし、vascular remodelingの症例は隆起の有無に関係なくプラークとする」と定義されている。しかし変曲点および限局性の認



$$\text{NASCET} : (1 - a / b) \times 100 \%$$

$$\text{ECST} : (1 - a / c) \times 100 \%$$

**Figure 5** Calculating methods of stenosis: NASCET (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial) and ECST (European Carotid Surgery Trial) are used. The former one is often applied, but stenosis is underestimated being compared with angiographic findings.

**Table 1** Reference value of the maximal intima media thickness (IMT) at the common carotid artery

Age (years old)	Maximal IMT
20-29	≤ 0.7mm
30-39	≤ 0.8mm
40-49	≤ 0.9mm
50-59	≤ 1.0mm
60-69	≤ 1.1mm
70-	≤ 1.2mm

識が一定でないため、ただ単にIMTが1.0mm以上の隆起病変をプラークとすることが多い。

プラークを認めた場合には、厚さ、血管長軸方向の長さ、短軸断面での面積率を測定する。また表面の形態(平滑か壁不整か)、内部エコーの性状を評価する。

### 狭窄率の算出法

狭窄性病変は、血管造影と同様に狭窄率を求めて定量的に評価する。狭窄率の計測方法としてNASCET (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial) 法とECST (European Carotid Surgery Trial) 法があるが<sup>1), 2)</sup>、最近はその計測方法が多く用いられている (Fig. 5)。Bモードで評価するが、血管造影と同様な長軸断面での計測は、描出が困難なことが多く計測誤差が大きいため、可能な限り血管短軸断面を用いて狭窄率を断面積で評価する。狭窄率を計測する際に狭窄直後の血流速度を用いる方法があり、収縮期最大流速が 2m/sec以上の場合にNASCET基準で70%以上の有意狭窄に相当するとされている<sup>3)</sup>。

### 検査結果の評価法

#### (1)IMTの評価

IMTは加齢に伴い変化するので、年代別の基準値を用いて評価する (Table 1)。

IMTの増加は粥状硬化性病変の初期像と捉えられており、高血圧、異常脂質血症、糖尿病、喫煙などの動脈硬化症の危険因子を有する症例では、基準値を超えて厚く

なる。また脳梗塞、虚血性心疾患、閉塞性動脈硬化症のいずれかを有する症例でも有意に厚くなっている。スタチン、カルシウム拮抗薬による薬物治療によりIMTが退縮することが報告されている<sup>4), 5)</sup>。

#### (2)プラークの有無

プラークは限局性の隆起病変として捉えられているが、限局性の判断が難しく1.0mm以上はプラークとして判断することが多い。エコー輝度は、低輝度、等輝度、高輝度に分類され、低輝度プラークは不安定で脳への血栓症から脳梗塞の責任病変になりやすい<sup>6)</sup>。内部エコーが不均一な場合には、有症候となる頻度が高くプラークは脆弱であるとされている (Fig. 6)。

プラークの表面性状は、2mm以上の陥凹が潰瘍と定義されており、表面が平滑でない場合には壁不整とされている (Fig. 7)。潰瘍は脳梗塞の発症頻度と関連するが、壁不整に関しては意義付けが難しい。

#### (3)狭窄率

狭窄率は頸動脈病変の治療指針として重要視されており、正確な狭窄率の算出が望まれる。エコーでは、短軸断面で面積を計測して算出することが多いが、NASCET法では血管長軸方向での計測法が採用されており、しかも血管造影での評価法である<sup>1)</sup>。エコーでの計測は、血管造影での狭窄率と比較して過小評価されることを念頭に置いて判断する。また石灰化や分岐部が高位なため狭窄部での正確な描出が困難な場合には、

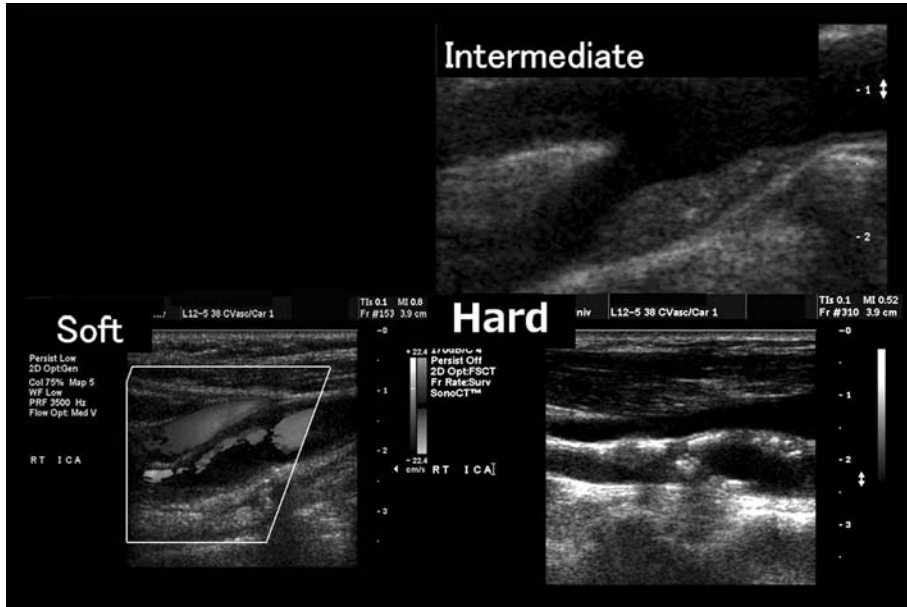


Figure 6 Plaque properties are classified into soft, intermediate, hard.

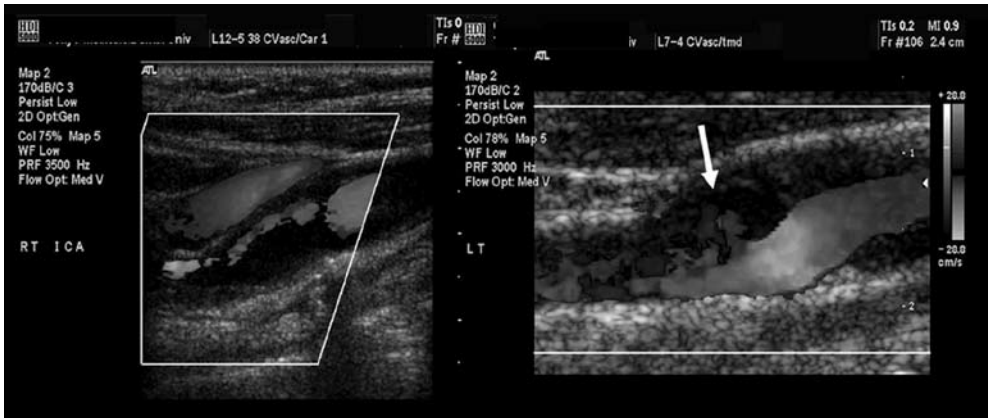


Figure 7 Plaque surface morphology: concave more than 2 mm is recognized as ulcer lesion in color mode. Right: smooth surface, Left: irregular surface, arrow: ulcer lesion.

狭窄直後での血流速度で評価する。収縮期最大流速が200cm/sec以上であれば、NASCET法による70%以上の狭窄に相当するとされている<sup>3)</sup>。

### 頸動脈エコー所見を臨床にどう役立てるか

#### (1) IMT増加を認める症例

粥状硬化症の危険因子である高血圧、糖尿病、異常

脂質血症を管理するとともに、禁煙を厳重に勧める。定期的な血管エコーでのIMT計測が必要である。

#### (2) プラークを有する症例

不安定プラークでは、MRIやCTで脳梗塞の有無を評価する。脳虚血症症状があるか、脳梗塞巣を認めた場合には、専門医受診を勧める。

**(3) 狭窄を有する症例**

狭窄率が70%以上の場合には、症状の有無にかかわらず、専門医受診を勧める。それ以下の場合には、粥状硬化症の危険因子の管理を厳重に行う。頸動脈狭窄性病変は時に3カ月程度の短期間で急速に進行することがあるので、最初は2カ月後くらいに2回目の検査を施行し、変化がなければ6~12カ月毎に評価する。経過観察中に、狭窄率が進行し70%を超えるか、不安定プラークの所見を呈するか、脳虚血症状が出現したら、専門医受診を勧める。

**文 献**

- 1) North American Symptomatic carotid endarterectomy trial collaborations. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med*, 1991, **325**: 445-453.
- 2) European carotid surgery trialists' collaborative group: MRC European carotid surgery trial: interim results for symptomatic patients with severe (70-99%) or with mild (0-29%) carotid stenosis. *Lancet*, 1991, **337**: 1235-1243.
- 3) Koga M, Kimura K, Minematsu K et al: Diagnosis of internal carotid artery stenosis greater than 70% with power Doppler duplex sonography. *AJNR Am J Nucl Med*, 2001, **22**: 413-417.
- 4) Hodis HN, Mack WJ, LaBree L et al: Reduction in carotid arterial wall thickness using lovastatin and dietary therapy: A randomized controlled clinical trial. *Ann Intern Med*, 1996, **124**: 548-556.
- 5) Amarencu P, Labresuche J, Lavallee P et al: Statins in stroke prevention and carotid atherosclerosis: systematic review and up-to-date meta-analysis. *Stroke*, 2004, **35**: 2902-2909.
- 6) Mathiesen EB, Bonna KH, Joakimsen O: Echolucent plaques are associated with high risk of ischemic cerebrovascular events in carotid stenosis. The tromso study. *Circulation*, 2001, **103**: 2171-2175.

**Duplex Ultrasound for Carotid Artery**

Yoshinori Inoue

Department of Vascular and Applied Surgery, Tokyo Medical and Dental University Graduate School, Tokyo, Japan

**Key words:** brain infarction, transient ischemic attack, amaurosis fugax, intima media thickness, carotid plaque

Duplex ultrasound is a noninvasive examination to assess atherosclerotic lesion using intima media thickness, which is also useful parameter in controlling risk factors including hypertension, diabetes mellitus, and dyslipidemia. Brain ischemic attack could be estimated using plaque surface irregularity and intraplaque echogenicity. Stenosis should be calculated by cross-sectional plane and/or peak systolic velocity at the most severely stenotic site, which is useful to indicate medication or carotid endarterectomy. (*J Jpn Coll Angiol*, 2009, **49**: 453-458)