

原 著

頸動脈超音波 duplex 法による総頸動脈 ED 比 (end-diastolic ratio) と  
頭部 MRA (magnetic resonance angiography) 所見の対比<sup>1</sup>東京女子医科大学医学部神経内科学 (主任: 岩田 誠教授)<sup>2</sup>国立国際医療センター神経内科<sup>3</sup>済生会横浜市東部病院脳神経センターウバノ メグミ ウエサカ ヨシカズ クニモト マサナリ イワタ マコト  
宇羽野 恵<sup>1</sup>・上坂 義和<sup>2</sup>・國本 雅也<sup>3</sup>・岩田 誠<sup>1</sup>

(受理 平成20年2月4日)

**Comparison Between ED Ratio (End-diastolic Ratio) of the Common Carotid Arteries Using Duplex  
Method of Carotid Artery Ultrasonography and Brain Magnetic Resonance Angiography****Megumi UBANO<sup>1</sup>, Yoshikazu UESAKA<sup>2</sup>, Masanari KUNIMOTO<sup>3</sup> and Makoto IWATA<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Department of Neurology, Tokyo Women's Medical University, School of Medicine<sup>2</sup>Department of Neurology, International Medical Center of Japan<sup>3</sup>Department of Neurology, Brain Nerve Center, Saiseikai Yokohama-city Tobu Hospital

The end-diastolic (ED) ratio of both common carotid arteries (CCAs) is one of the parameters on carotid artery ultrasonography. ED ratio is calculated by side-to-side ratio of end-diastolic flow velocities (EDFVs) bilaterally. When the difference of EDFVs of both CCAs is over 30% (i.e., ED ratio of CCA is over 1.4), it suggests that the distal stenosis of the internal carotid artery (ICA) or middle cerebral artery (MCA) on the lower side of EDFV. We examined 185 patients (Acute Stroke group: 78 patients; Screening group: 107 patients) who had a  $1.4 < \text{ED ratio}$  and could be with brain magnetic resonance angiography (MRA). The Screening group contained patients with hypertension, hyperlipidemia, and/or diabetes mellitus, and some patients had an old stroke episode. Stenosis/occlusion of carotid axis by MRA presents in 72 patients (38.9%) from both groups and 43 patients (55.1%) in the Acute Stroke group. This is a higher percentage than in just the Screening group (29 patients, 27.1%). But all  $3.0 < \text{ED ratio}$  patients have arterial stenosis/occlusion. In  $1.4 < \text{ED ratio} \leq 3.0$  Screening group patients, 44 patients present intima-media thickness (IMT) over 1.1mm, and 13 patients (29.5%) of those have arterial stenosis/occlusion. We divided the 72 patients who present with stenosis/occlusion into three groups by site (extra-cranial ICA, intra-cranial ICA, MCA). Extra-cranial ICA stenosis/occlusion had a higher ED ratio than other groups. In conclusion, the ED ratio of CCA is useful for the detection of distal stenosis, especially in acute stroke. It is also important to include atherosclerotic findings of B-mode.

**Key words:** carotid artery ultrasonography, ED ratio, internal carotid artery stenosis, brain magnetic resonance angiography, acute stroke

## 緒 言

頸動脈エコー検査では多くのパラメーターが使用されるが、そのひとつに総頸動脈の end-diastolic ratio (ED 比) がある<sup>1)2)</sup>。ED 比とは、左右の総頸動脈の拡張末期流速 (end-diastolic flow velocity; EDFV) を (大きい値 ÷ 小さい値) で求めた値である。

30% 以上の左右差を示す ED 比  $> 1.4$  は EDFV が低い側の末梢狭窄を示唆する所見として用いられている。そこで今回我々は ED 比と頭部 MRA 所見の対比を行い、内頸動脈系血管狭窄/閉塞の検出における総頸動脈 ED 比の有用性を検討した。

### 対象および方法

対象は、国立国際医療センター神経内科で2003年6月～2004年10月の間にGE横河メディカルシステム(株)製のLOGIQ700を用いて日本脳神経超音波学会の頸動脈エコー検査ガイドライン作成委員会による「頸動脈エコーによる動脈硬化性病変評価のガイドライン(案)」<sup>1)2)</sup>に則り頸動脈超音波ドプラ法を施行した症例のうち、総頸動脈のED比が1.4以上で同時期(±2週間以内)に頭部MRAを施行した連続185例(男性115例, 女性70例, 年齢70.3±11.3歳)とした。対象の内訳は、脳梗塞急性期群が78例(男性52例, 女性26例, 年齢71.4±11.8歳), スクリーニング群が107例(男性63例, 女性44例, 年齢69.5±10.9歳)であった。スクリーニング群は高血圧, 高脂血症, 糖尿病などの生活習慣病を有するため施行した例であるが、一部脳梗塞既往例を含んでいる。各群についてEDV 0.0cm/s, ED比>5.0, ED比≤5.0では値順に4段階に分類し、頭部MRAでの狭窄/閉塞検出率を調べた。また3.0≥ED比>1.4のスクリーニング群症例(99例)ではIMT肥厚の有無による検討を行った。さらに各群において狭窄/閉塞部位別のEDV, ED比を検討した。各群間の比較検討については、 $\chi^2$ 乗検定を用いて有意差を判定した。

### 結果

ED比の計算ができない末梢閉塞を示唆するとされる両側または片側のEDFVが0.0cm/sの症例は、脳梗塞急性期群で11例, スクリーニング群で4例あった。このうち脳梗塞急性期群の4例では心原性脳塞栓の再開通のために頭部MRA施行時には狭窄/閉塞所見を認めず、スクリーニング群の1例では

エコー上で内頸動脈起始部高度狭窄を認めるものの頭部MRAでは狭窄/閉塞所見は認めなかった。図1に脳梗塞急性期群の両側EDFV 0.0cm/sの画像を、図2にスクリーニング群の両側EDFV 0.0cm/sの画像を提示する。図2の症例はこれまでに脳梗塞のエピソードがない78歳女性の糖尿病患者であった。

ED比>1.4(EDFV 0.0cm/sの症例を含む)の全185例で頭部MRAでの有狭窄/閉塞率は38.9%であった(表1)。脳梗塞急性期群78例に限ると、ED比>1.4での有狭窄/閉塞率は55.1%(表2)、一方スクリーニング群107例では脳梗塞急性期群に比べ低く、27.1%であった(表3)。ED比>3.0では脳梗塞急性期群の心原性脳塞栓症再開通例とスクリーニング群の内頸動脈起始部高度狭窄例を除き、頭部MRAでの有狭窄/閉塞率は100%であった。3.0≥ED比>1.4における脳梗塞急性期群56例とスクリーニング群99例の有狭窄/閉塞例は、それぞれ25例(44.6%), 22例(22.2%)であり、脳梗塞急性期群で有意に多かった( $p<0.01$ )。このスクリーニング群を、動脈硬化の指標とされるIMT肥厚(≥1.1mm)を有する例(44例)と有さない例(55例)に分けると、頭部MRA有狭窄/閉塞率は、IMT肥厚群で13例(29.5%), 非肥厚群で9例(16.4%)となりIMT肥厚群での有狭窄/閉塞率が高い傾向にあったが、統計学的な有意差は認めなかった( $p=0.18$ )(表4)。

次に頭部MRAで検出された狭窄/閉塞部位を頭蓋外内頸動脈, 頭蓋内内頸動脈, 中大脳動脈にわけて検討した(表5)。頭蓋外内頸動脈病変でED比が高値であったが、頭蓋内内頸動脈と中大脳動脈では差を認めなかった。これを脳梗塞急性期群(表6)とスクリーニング群(表7)に分けると、脳梗塞急性期

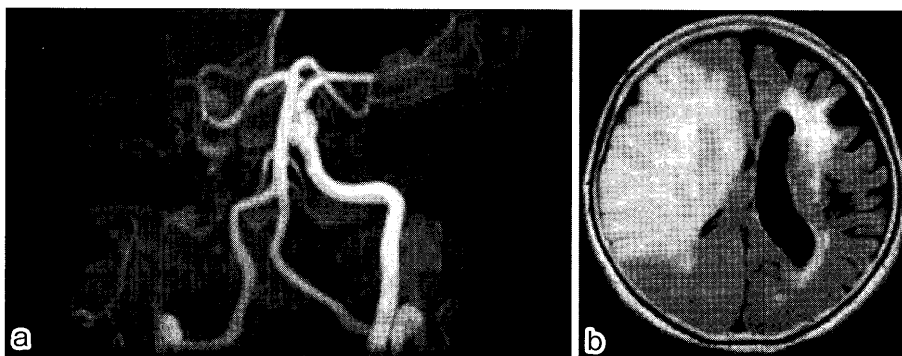


図1 脳梗塞急性期群の両側EDFV 0.0 cm/s 症例(88歳女性)

a: 頭部MRAで右内頸動脈の描出がなく、左中大脳動脈の閉塞を認めた。

b: 頭部MRI FLAIR画像で右中大脳動脈領域の広範な急性期梗塞巣と左半球の高度萎縮と陳旧性梗塞巣を認めた。

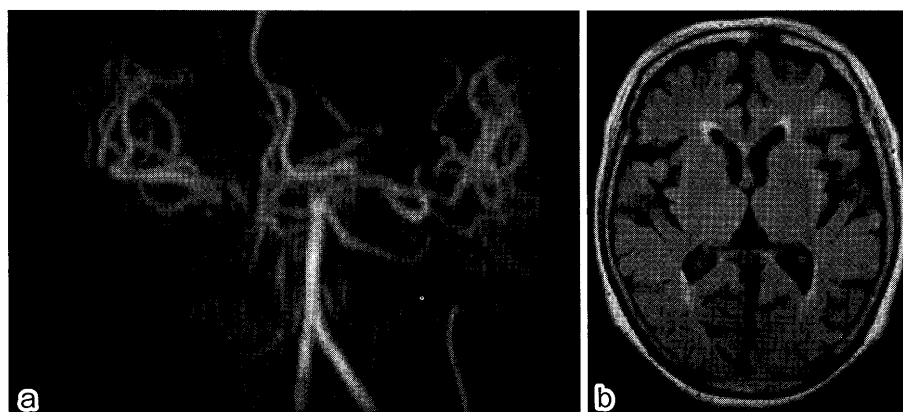


図2 スクリーニング群の両側 EDV 0.0 cm/s 症例 (78 歳女性)

a: 頭部 MRA で両側内頸動脈の描出がなく, 両側中大脳動脈は posterior circulation からの側副血行にて描出される。

b: 頭部 MRI FLAIR 画像で目立った梗塞巣はない。

表1 全 185 例の頭部 MRA 有狭窄/閉塞率

全症例	症例数	頭部 MRA 有狭窄/閉塞例	頭部 MRA 有狭窄/閉塞率
両側 EDV 0.0	2	2	100.0%
片側 EDV 0.0	13	8	61.5%
ED 比 > 5.0	5	5	100.0%
5.0 ≥ ED 比 > 4.0	4	4	100.0%
4.0 ≥ ED 比 > 3.0	6	6	100.0%
3.0 ≥ ED 比 > 2.0	29	10	34.5%
2.0 ≥ ED 比 > 1.4	126	37	29.4%
Total	185	72	38.9%

表2 脳梗塞急性期群の頭部 MRA 有狭窄/閉塞率

脳梗塞急性期群	症例数	頭部 MRA 有狭窄/閉塞例	頭部 MRA 有狭窄/閉塞率
両側 EDV 0.0	1	1	100.0%
片側 EDV 0.0	10	6	*160.0%
ED 比 > 5.0	5	5	100.0%
5.0 ≥ ED 比 > 4.0	2	2	100.0%
4.0 ≥ ED 比 > 3.0	4	4	100.0%
3.0 ≥ ED 比 > 2.0	10	6	60.0%
2.0 ≥ ED 比 > 1.4	46	19	41.3%
Total	78	43	55.1%

\*1: 頭部 MRA で狭窄/閉塞を有さない 4 例はすべて心原性脳塞栓の再開通と考えられた。

群の方が ED 比高値の傾向にあった。

### 考 察

ED 比に関する報告は, Yasaka らの心原性脳塞栓症での検討がある<sup>3)</sup>。Yasaka らは 46 例の心原性脳塞栓症において塞栓の閉塞部位を脳血管撮影により同定し, 20 例の内頸動脈閉塞群 (IC group) と 16 例の中大脳動脈水平部閉塞群 (M1 group), 10 例の中大

表3 スクリーニング群の頭部 MRA 有狭窄/閉塞率

スクリーニング群	症例数	頭部 MRA 有狭窄/閉塞例	頭部 MRA 有狭窄/閉塞率
両側 EDV 0.0	1	1	100.0%
片側 EDV 0.0	3	2	*66.7%
ED 比 > 5.0	0	—	—
5.0 ≥ ED 比 > 4.0	2	2	100.0%
4.0 ≥ ED 比 > 3.0	2	2	100.0%
3.0 ≥ ED 比 > 2.0	19	4	21.1%
2.0 ≥ ED 比 > 1.4	80	18	22.5%
Total	107	29	27.1%

\*2: 頭部 MRA で狭窄/閉塞を認めない 1 例は, エコー上内頸動脈起始部の高度狭窄が認められた。

表4 スクリーニング群 (3.0 ≥ ED 比 > 1.4) における IMT 肥厚有無別の頭部 MRA 有狭窄/閉塞率

スクリーニング群 (3.0 ≥ ED 比 > 1.4)	症例数	頭部 MRA 有狭窄/閉塞例	頭部 MRA 有狭窄/閉塞率
IMT 肥厚あり	44	13	29.5%
IMT 肥厚なし	55	9	16.4%
Total	99	22	22.2%

脳動脈分枝閉塞群 (MBr group) に分け, 各群での総頸動脈の ED 比を算出している。正常群の ED 比がすべて < 1.3 であるのに対し, IC group は 18 例中, 高度の脳浮腫 2 例を除く 16 例が ≥ 4.0 であり, M1 group は 16 例中 15 例 (93%) が 1.3 ≤ ED 比 < 4.0 であったことから, ED 比が心原性脳塞栓の閉塞部位診断に有用であると報告している。

また, Kimura らは一側性内頸動脈閉塞において, 11 例の心原性塞栓と 32 例のアテローム血栓性閉塞を発症 3 日以内に Duplex エコーを用いて検査し,

表5 閉塞/狭窄部位別のEDFV, ED比(全症例)

全症例 (185例)	EDFV [cm/s]		§ED比
	健側	病側	
頭蓋外内頸動脈 (28例)	15.9±7.0	4.2±3.4	3.81±3.22
頭蓋内内頸動脈 (24例)	15.2±6.2	8.4±4.7	2.20±1.47
中大脳動脈 (20例)	15.5±11.4	7.7±4.0	2.24±1.73
閉塞/狭窄なし (113例)	15.8±5.0	9.1±3.6	1.72±0.32

§EDFV 0.0 cm/s の症例を除く。

表6 閉塞/狭窄部位別のEDFV, ED比(脳梗塞急性期群)

脳梗塞急性期群 (78例)	EDFV [cm/s]		§ED比
	健側	病側	
頭蓋外内頸動脈 (16例)	16.8±7.3	3.4±3.3	4.94±4.09
頭蓋内内頸動脈 (12例)	16.2±7.2	8.7±5.4	2.47±1.90
中大脳動脈 (15例)	16.0±12.9	7.4±4.4	2.46±1.50
閉塞/狭窄なし (35例)	13.2±4.6	7.2±3.6	1.70±0.24

§EDFV 0.0 cm/s の症例を除く。

総頸動脈のED比を測定している<sup>4)</sup>。この報告では、健常群のED比がすべて<1.4であったのに対し、心原性塞栓群、アテローム血栓群ではすべて>1.4であったことから、健常群とは>1.4をもって鑑別可能としている。さらに、B-mode スキャンの所見(塞栓子の性状の観察)や総頸動脈EDVの値(心原性で高度に低値を呈する)が、心原性塞栓とアテローム血栓の鑑別に役立つと報告している。

これらの報告から、ED比>1.4は末梢の狭窄を示唆する所見として用いられるようになったが、いずれの報告も脳梗塞急性期での検討であり、スクリーニング例でED比を検討した報告はない。

本研究でも脳梗塞急性期群での内頸動脈系閉塞/狭窄検出率は55.1%と高率であった。また、そのED比は、頭蓋外内頸動脈狭窄/閉塞群(ED比平均4.94)と>4.0で、頭蓋内内頸動脈群(ED比平均2.47)・中大脳動脈群(ED比平均2.46)より明らかに高値であり、狭窄/閉塞部位の鑑別に有用であった。スクリーニング群でも脳梗塞急性期群に比較して低値ではあるが、頭部MRA有狭窄/閉塞率は27.1%であった。スクリーニング群においても、ED比>3.0では有狭窄/閉塞率は100%であり、図2のような脳梗塞既往のないスクリーニング例も存在する。また統計学的有意差は得られなかったが、IMT肥厚を有する例においては有狭窄/閉塞率が高い傾向にある(表4)ことから、動脈硬化性リスクを有する患者におけるスクリーニングも脳梗塞一次予防の必要性の検討に

表7 閉塞/狭窄部位別のEDFV, ED比(スクリーニング群)

スクリーニング群 (107例)	EDFV [cm/s]		§ED比
	健側	病側	
頭蓋外内頸動脈 (12例)	14.7±6.4	5.4±3.3	2.69±1.20
頭蓋内内頸動脈 (12例)	14.2±4.7	8.0±3.9	1.91±0.67
中大脳動脈 (5例)	14.1±4.2	8.5±2.1	1.64±0.13
閉塞/狭窄なし (78例)	17.0±4.7	10.0±3.3	1.73±0.34

§EDFV 0.0 cm/s の症例を除く。

あたり有用であり、頭部MRAなどのfurther studyを考慮する目安となると考えられた。頭部MRAで狭窄/閉塞を有する症例において、スクリーニング群が脳梗塞急性期群に比較しED比が低い傾向にあるのは、側副血行の発達により狭窄部位より末梢の血管抵抗が低くなっている可能性がある<sup>5)</sup>。さらに、動脈硬化の指標であるIMT肥厚を加味することで頭部MRAの有狭窄/閉塞率が上昇することから、ED比のみでなく、B-mode スキャンでの動脈硬化性病変の所見(IMT, プラークの有無など)を考慮した総合的な判断も重要である<sup>6)</sup>。

本研究では、脳梗塞急性期群とスクリーニング群での比較的大規模な集団における解析を行えた。その結果、脳梗塞急性期群では既報と矛盾しない結果が得られ、総頸動脈ED比の計測は有用であった。MRI検査も身近なものとなり、検査施行までの時間が短縮されてはいるが、頸動脈エコー検査の簡便性・機動性には及ばない。脳梗塞急性期においてはその病態診断、治療方針の決定にも有用な情報をもたらす<sup>6)</sup>。また、スクリーニング群では、脳梗塞一次予防のための抗血小板療法の適応や頭部MRA精査の必要性を決定する情報源となる。

## 結 論

1) 総頸動脈のED比は特に脳梗塞急性期において、計測部より末梢での動脈狭窄の有無、部位の診断に有用である。

2) 非脳梗塞急性期患者のスクリーニングにおいても、総頸動脈ED比>3.0では全例で末梢狭窄/閉塞が検出された。

3) 狭窄/閉塞部位が相対的に近位である方が総頸動脈ED比は高値である。

4) 総頸動脈ED比のみならず、IMT肥厚などB-mode スキャンでの動脈硬化性病変の所見と併せて検討することも重要である。

本論文の要旨は、第46回日本神経学会（2005.5, 鹿児島）で発表した。

#### 文 献

- 1) 日本脳神経超音波学会 頸動脈エコー検査ガイドライン作成委員会 動脈硬化性疾患のスクリーニング法に関する研究班：頸動脈エコーによる動脈硬化性病変評価のガイドライン（案）. *Neurosonology* **15** (1) : 20-33, 2002
- 2) 堤由紀子：手にとるようにわかる 頸動脈エコーマニュアル, 株式会社ベクトル・コア（2003）
- 3) **Yasaka M, Omae T, Tsuchiya T et al**: Ultrasonic evaluation of the site of carotid axis occlusion in patients with acute cardioembolic stroke. *Stroke* **23**: 420-422, 1992
- 4) **Kimura K, Yonemura K, Terasaki T et al**: Duplex carotid sonography in distinguishing acute unilateral atherothrombotic from cardioembolic carotid artery occlusion. *Am J Neuroradiol* **18**: 1447-1452, 1997
- 5) 脇田政之, 矢坂正弘, 木村和美ほか：内頸動脈および中大脳動脈閉塞症例における内頸動脈血流速度波形の解析. *Neurosonology* **12**(3) : 116-119, 1999
- 6) 寺崎修司, 原 靖幸, 粕谷潤二ほか：Duplex 頸部血管エコー検査による内頸動脈閉塞診断—内頸動脈起始部に注目して—. *Neurosonology* **13**(4) : 179-183, 2000