

## 鎖骨下動脈狭窄に対するカテーテル治療中の椎骨動脈血流変化と血管エコーによるモニターの意義

早川 裕里<sup>1</sup> 西上 和宏<sup>2</sup> 高潮 征爾<sup>2</sup> 坂本 知浩<sup>2</sup> 金森 多美<sup>1</sup>  
浪崎 秀洋<sup>1</sup> 富田 文子<sup>1</sup> 小郷美紀生<sup>1</sup> 中尾 浩一<sup>2</sup>

**要 旨：**鎖骨下動脈狭窄では、椎骨動脈の逆流により鎖骨下動脈盗血現象が出現し、血管内治療 (endovascular treatment: EVT) 施行後、この現象は改善する。しかし、EVT 周術期における椎骨動脈の血流動態に関する詳細な検討は少ない。われわれは症候性の鎖骨下動脈狭窄 5 例に対して EVT を施行し、血管エコーにより椎骨動脈血流波形の経時的变化を検討した。椎骨動脈血流波形は 1 回目の拡張後、to and fro pattern を経て、最低 5 分以上の経過後、全周期順行性血流波形が出現した。EVT は全例、5 分以内に終了し、distal protection 未施行で、脳塞栓症はみられなかった。鎖骨下動脈に対する EVT 後、椎骨動脈の順行性血流の回復には遅延があった。また、血管エコーによる椎骨動脈のモニターは distal protection を考慮するうえで、有用と思われた。(J Jpn Coll Angiol, 2009, 49: 399-403)

**Key words:** vascular echo, subclavian steal syndrome, vertebral artery, endovascular treatment, distal protection

### はじめに

鎖骨下動脈起始部に高度狭窄や閉塞が発生した場合、頭蓋内の脳底動脈と鎖骨下動脈間に圧較差が生じて椎骨動脈の逆流が出現する。これを鎖骨下動脈盗血現象(subclavian steal phenomenon)と呼び、特にめまいなどの症状を伴う場合は鎖骨下動脈盗血症候群(subclavian steal syndrome)と呼ばれている<sup>1)</sup>。近年、鎖骨下動脈の狭窄や閉塞病変に対して、血管内治療(endovascular treatment: EVT)が施行されるようになった。しかし、鎖骨下動脈の狭窄解除による椎骨動脈の血行動態変化についての詳細な検討は少ない。また EVT 中の、椎骨動脈を介した末梢塞栓に対する distal protection の必要性については、議論がみられる<sup>2)</sup>。

今回、左鎖骨下動脈起始部狭窄 5 例に対して EVT を施行した症例について、椎骨動脈の血流波形変化を経時的に血管エコーで記録を行い、その臨床的意義についても検討した。

### 対 象

2006年6月から2008年7月の期間に、当院を受診した鎖骨下動脈盗血症候群の患者 5 例である。すべて男性であり、平均年齢は $67 \pm 7.4$ 歳であった。病変は左鎖骨下動脈起始部閉塞 2 例、左鎖骨下動脈狭窄 3 例であった(**Table 1**)。

### 方 法

EVT は橈骨動脈または上腕動脈からアプローチを行った。ガイドワイヤーを病変部へ通過させ、バルーンにて前拡張し、左鎖骨下動脈に遠位端がかからないようにステントを留置したあと後拡張を行った。

超音波装置は東芝メディカルシステムズ社製 Aplio 80 を用いた。プローブは椎骨動脈の描出に 7.5MHz のリニアプローブ、鎖骨下動脈病変部の描出には 3MHz のセクタプローブを使用した。

椎骨動脈のカラー Doppler 血流シグナルとパルス Doppler 波形を EVT 前と 1 回目の拡張後から EVT 終了後まで連続

<sup>1)</sup> 済生会熊本病院心臓血管エコー室

<sup>2)</sup> 済生会熊本病院心臓血管センター循環器内科

2008年11月18日受付 2009年3月10日受理

**Table 1** Clinical characteristics

	Age/Sex	Blood pressure At baseline (Rt:Lt)	Blood pressure At after EVT (Rt:Lt)	Stenotic Severity	Comorbidity
Case 1	62/M	150/85:120/77	116/69:119/60	90%	HT
Case 2	60/M	NA	NA	90%	HT CRF on HD
Case 3	79/M	156/71:91/61	107/73:109/69	100%	BI Dementia
Case 4	67/M	178/96:128/88	NA:157/82	100%	BI DM
Case 5	66/M	159/88:124/82	161/80:163/83	90%	BI HT

HT: hypertension, HD: hemodialysis, CRF: chronic renal failure, BI: brain infarction, DM: diabetes mellitus, EVT: endovascular treatment, NA: not available, Rt: Right, Lt: Left

**Table 2** Sonographical and neuroradiological findings

	to and fro	anterograde flow	Neuroradiological abnormality after EVT
Case 1	8 min 30 sec	9 min	(-)
Case 2	6 min 30 sec	30 min	(-)
Case 3	1 min 30 sec	15 min	(-)
Case 4	ND	5 min	(-)
Case 5	2 min 53 sec	7 min 30 sec	(-)

ND: not detected

的に観察した。ビデオに記録し、所見の変化を認めた時間を確認した。なお、収縮期に順行性、拡張期に逆行性となる血流波形をto and fro patternと定義した。

治療後、頭部CT(computed tomography)および症状からカテーテルに伴う脳梗塞の有無を評価した。患者には、口頭および紙面にて同意を得た。

## 結 果

ステント留置により全例に良好な鎖骨下動脈の拡大が得られた。治療時間は全例、5分以内で終了した。EVTに伴い脳梗塞が出現した例はなかった。椎骨動脈のパルスドプラ波形は、EVT前の全周期逆行性波形から1回目のEVT後、1分30秒から8分30秒をかけてto and fro patternに変化した。

その後、5分から30分で全周期順行性波形に変化した。カラードプラでの血流シグナルでは、EVT前の逆流を示す所見から1回目のEVT後に血流シグナルが検出困難となり、パルスドプラの順行性波形の出現に一致して、順行性を示す椎骨動脈の血流シグナルが描出された(**Table 2**)。

### (1)症例1：62歳、男性

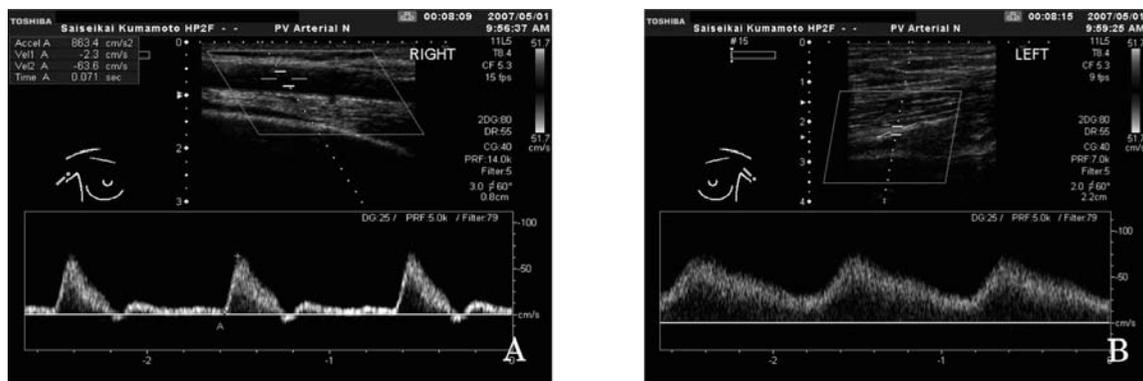
健康診断で高血圧を認め、また左手使用時にふらつきが出現するため、当院を受診した。その際、上肢血圧の左右差が指摘された。CT-angiographyと血管エコーにて左鎖骨下動脈狭窄が確認され、治療目的にて入院となった(**Fig. 1**)。血管エコーでは左鎖骨下動脈に乱流を認め、連続波ドプラで計測した最高流速は2.2m/secであった。また、左椎骨動脈の血流波形は全周期逆流パターンを呈していた(**Fig. 2A**)。血管造影では、左鎖骨下動脈に90%狭窄が確認された。

左椎骨動脈の血流は狭窄解除後7分30秒で消失、8分30秒後にto and fro patternに移行(**Fig. 2C**)、9分後には順行性血流に回復した(**Fig. 2D**)。

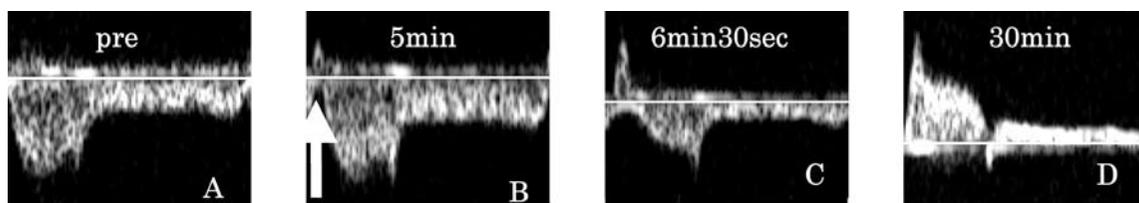
### (2)症例2：60歳、男性

後頭部痛、ふらつきの症状があり、神経内科を受診し、CT-angiographyにて左鎖骨下動脈の高度狭窄を指摘された(**Fig. 3**)。既往歴に高血圧があり、嚢胞腎にて維持透析中であった。シャントは左前腕の自己血管内シャントであった。血管エコーでは鎖骨下動脈起始部に乱流を認め、狭窄部の最高流速は3.8m/secであった(**Fig. 4**)。





**Figure 5** Pulsed Doppler showing that right brachial artery flow pattern (A) is normal while left brachial artery flow pattern (B) is post stenotic pattern.



**Figure 6** Pulsed Doppler showing left vertebral artery flow at baseline (A) and after EVT (B, C, and D).

Subtle antegrade flow (arrow) in early systole is seen at a few minutes after EVT.

A: Baseline.

B: 5 minutes after the first ballooning.

C: 6 minutes 30 seconds after the first ballooning.

D: 30 minutes after the first ballooning.

左上腕動脈の血流波形はacceleration timeの延長と狭窄後波形を認めた(Fig. 5)。

1回目のEVT後、椎骨動脈の血流波形は、全周期逆行性波形(Fig. 6A)から、5分後に収縮早期の順行性血流をわずかに認めた(Fig. 6B)。その後、6分30秒でto and fro patternに移行し(Fig. 6C)、30分後には全周期順行性血流が出現した(Fig. 6D)。

## 考 察

鎖骨下動脈盗血現象を合併する鎖骨下動脈狭窄および閉塞では、EVTによる狭窄解除後、椎骨動脈の全周期順行性血流の出現には5分以上を要し、その経過中、to and fro patternの血流波形が観察された。

鎖骨下動脈の高度狭窄または閉塞により末梢の動脈圧が低下すると、対側の椎骨動脈および脳底動脈の血流が患側の椎骨動脈に流入し、患側の椎骨動脈の逆流が観

察され、鎖骨下動脈盗血現象と呼ばれてきた。これは、動脈圧の低下により生じるため、血行再建術により動脈圧が回復すれば、速やかに通常の流れ波形に回復することが予想される。しかしながら、椎骨脳底動脈を含む脳循環にはさまざまな要因が関連しており、圧変化のみで単純に血流動態を判断することは困難である。

Ringelsteinらは1984年に連続波ドプラを用いて、鎖骨下動脈の狭窄に対するEVT周術期の椎骨動脈の血流方向を検討し、順行性の血流が生じるのに、狭窄解除後に20秒から数分を要することを報告している<sup>3)</sup>。開発途上の超音波機器であるため、詳細な判断をすることは困難であるが、われわれの結果で順行性波形の出現する時期と比較的一致している。

今回の検討で全周期に順行性波形が観察されるには、5分以上を要していた。鎖骨下動脈の圧が回復しても、脳循環に関与する因子が調節され、椎骨動脈の血流

動態が完全に回復するには遅延が生じるものと推測された。また、その調節過程で、椎骨動脈のto and fro patternの血流動態が生じるものと思われた。

椎骨動脈の全周期順行性波形の出現時間には、脳以外にも対側の椎骨動脈の状態や患側の上腕動脈以下の状態等が関与する可能性が考えられる。症例2では、透析シャントが患側の upper arm にあり、血流需要の亢進が推測された。したがって、椎骨動脈の逆流動態が発達し、脳循環が通常の動態に戻る調節にも時間を要し、椎骨動脈の全周期順行性波形の出現に30分の時間を要したものと考察された。

鎖骨下動脈狭窄に対するEVTは広く施行されているが、術中の脳塞栓症予防目的に椎骨動脈にdistal protectionのdeviceを置くかどうかについては議論がある。

本検討では、順行性血流波形の回復には5分以上を要しており、EVTは5分以内に終了していることから、distal protectionは未施行でも脳塞栓症は発生しなかった。本研究から、5分以内にEVTが終了するのであれば、distal protectionは必ずしも必要ないと推測されるが、多くの症例での検証も必要だと思われる。鎖骨下動脈に対する血管内治療の際、椎骨動脈のdistal protectionの判断に、血管エコーによる椎骨動脈の血流モニターは有用なツールの一つになると考えられた。

## 結 論

鎖骨下動脈盗血現象は鎖骨下動脈の虚血が解除されても、椎骨動脈の順行性血流が生じるまでに5分以上を要した。血行再建の治療効果を迅速に判断できる客観的な指標として、超音波による椎骨動脈の順行性血流を確認することは、臨床的に有用であると考えられた。

## 謝 辞

稿を終えるにあたり、論文作成のためにご指導いただいた当検査部部長の神尾多喜浩先生に深謝致します。

## 文 献

- 1) von Reutern GM, Pourcelot L: Cardiac cycle-dependent alternating flow in vertebral arteries with subclavian artery stenosis. *Stroke*, 1978, **9**: 229–236.
- 2) Harada K, Nakahara I, Tanaka M et al: Therapeutic strategy and outcome of stenting for subclavian and innominate artery occlusive disease. *No Shinkei Geka*, 2004, **32**: 151–158.
- 3) Ringelstein EB, Zeumer H: Delayed reversal of vertebral artery blood flow following percutaneous transluminal angioplasty for subclavian steal syndrome. *Neuroradiology*, 1984, **26**: 189–198.

## Longitudinal Changes of Vertebral Artery Blood Flow During and after Endovascular Treatment for Subclavian Steal Syndrome Using Vascular Echo

Yuri Hayakawa,<sup>1</sup> Kazuhiro Nishigami,<sup>2</sup> Seiji Takashio,<sup>2</sup> Tomohiro Sakamoto,<sup>2</sup> Tami Kanamori,<sup>1</sup> Hidehiro Namisaki,<sup>1</sup> Ayako Tomita,<sup>1</sup> Mikio Ogo,<sup>1</sup> and Koichi Nakao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Division of Clinical Physiology, Saiseikai Kumamoto Hospital Cardiovascular Center, Kumamoto, Japan

<sup>2</sup>Division of Cardiology, Saiseikai Kumamoto Hospital Cardiovascular Center, Kumamoto, Japan

**Key words:** vascular echo, subclavian steal syndrome, vertebral artery, endovascular treatment, distal protection

Although endovascular treatment (EVT) has been often performed for subclavian steal syndrome, the longitudinal change in the vertebral flow after EVT was not fully examined.

We evaluated longitudinal changes of vertebral artery blood flow during and after endovascular treatment (EVT) for subclavian steal syndrome in five patients with left subclavian arterial lesion using vascular echo. Pulsed Doppler flow in left vertebral artery showed that to and fro pattern after the first dilatation for the subclavian arterial lesion followed antegrade continuous flow more than five minutes after that. Each EVT was done within five minutes and there was no cerebral embolic complication without distal protection under vascular echo monitoring. (*J Jpn Coll Angiol*, 2009, **49**: 399–403)

Online publication December 10, 2009