原 著

頭蓋外椎骨動脈の mechanical occlusion による 椎骨脳底動脈不全

——手術例の検討——

藤田 豊久, 大西 英之,* 合田 和生, 山田 興徳

Vertebrobasilar Insufficiency due to Mechanical Occlusion of Extracranial Vertebral Artery

Toyohisa FUJITA, M.D., Hideyuki OHNISHI, M.D.,* Kazuo GODA, M.D.,
and Tomonori YAMADA, M.D.

Department of Neurosurgery, Nara Prefectural Gojo Hospital, Nara, and

**Department of Neurological Surgery, Ohsaka Neurological Institute, Toyonaka, Japan*

Summary : Causes of vertebrobasilar insufficiency (VBI) are multifactorial. Compromised vertebral blood flow due to atherosclerotic disease has been clearly outlined and its management fairly well standardized. On the other hand, insufficiency due to extraluminal factors such as osteophytes, fibrous bands, abnormal origin of the vertebral artery, and so forth has also been reported. However, its exact clinical significance is not well known and few attempts have been made to surgically correct this condition. In this report, the authors review recent experience in surgical reconstruction of the vertebral system, focus on the VBI caused by extrinsic extraluminal compression, and discuss the surgical management of this condition.

Fifty-four patients with symptoms of VBI were operated on 59 times. Among them, angiographically definitive evidence of impaired vertebral blood flow caused by extrinsic compression was demonstrated in 14 cases; 8 patients were male and 6 were female (mean age 58.6 years, range 22 to 76 years). At the V₁ segment of vertebral artery, Powers' syndrome was found in 1 case, spondylotic VBI in 9 cases in the V₂ segment, and at the V₃ segment, Bow hunter's stroke in 3 cases and VBI caused by atlanto-axial dislocation in 1 case. For the patient with Power's syndrome, resection of anterior scalene and longus colli muscles, and removal of fibrous band were performed. All 9 patients with spondylotic VBI underwent the same surgical procedures, i.e. unectomy and unroofing at the vertebral level concerned. For 2 of the 3 patients with Bow hunter's stroke unroofing and fibrous band removal were performed, and C_{1/2} posterior fusion was performed for one patient. For the patient with VBI due to atlanto-axial dislocation C₁/C₂ posterior fusion, surgical results were excellent. Vertebral artery flow regained in all cases without morbidity or mortality.

Therefore, unlike atherosclerotic stenosis, impairment of vertebral blood flow caused by extraluminal factors is thought to be good indication for surgery, which obtained vertebral blood flow restoration safely and reliably.

Key words :

- vertebrobasilar insufficiency
- spondylotic VBI
- Bow hunter's stroke
- Power's syndrome
- atlanto-axial dislocation

はじめに

椎骨脳底動脈不全(VBI)の原因として、血管自体の要因すなわち、椎骨動脈の動脈硬化性病変による狭窄および閉塞は頻度が高く、臨床上しばしば遭遇し、その治療法もある程度確立されたといえる。しかしながら、血管外の要因による mechanical occlusion が原因で、頭位変換時に VBI の症状をきたす例に関しては、臨床的意義も明らかでなく外科的治療の報告も散見されるのみである。そこで、著者らは、椎骨動脈系に対し血行再建術を行った症例のうち、血管外の要因による圧迫が原因であったものについて検討し報告する。

対象および方法

椎骨動脈系の血行再建術は、VBI を繰り返す例、もしくは、minor stroke の例で、2 カ月以上の保存的治療が無効であったものを適応としているが、過去 6 年間に 54 例に対し 59 回の椎骨動脈系の血行再建術を施行した。これらのうち、術前の血管撮影で、血管外の病変による圧迫のため、頭位変換時に椎骨動脈の明らかな血行障害が認められた 14 例を対象とした。14 例の内訳は、男 8 例、女 6 例(年齢：22～74 歳、平均 58.6 歳)で、部位・原因疾患別

でみると、V₁ segment では、Powers' syndrome 1 例、V₂ segment では、spondylotic VBI 9 例、V₃ segment では、Bow hunter's stroke 3 例、環軸椎脱臼(AAD)によるもの 1 例である。手術方法は、Powers' syndrome の例に対しては、前斜角筋と長頸筋の切断除圧、fibrous band の除去を行い、spondylotic VBI の 9 例はすべて責任椎体レベルの unectomy と unroofing を行い、Bow hunter's stroke の 3 例では、2 例は unroofing と fibrous band の除去、1 例は、C_{1/2} posterior fusion を、また、AAD による 1 例には、C_{1/2} posterior fusion を行った(Table 1, 2)。

結 果

手術結果は、環軸椎脱臼による 1 例が手術 2 週間後に、anterior circulation の梗塞を合併し、GOS 2 の予後となった以外、全例良好(GOS 1)であった。posterior circulation の障害を合併した例はなく、術後の血管撮影でも椎骨動脈の血流は改善し、全例 VBI の症状は消失した。

以下、代表症例を提示する。

〈症例 1〉 56 歳、男性。

(V₁ segment, Powers' syndrome)

約 1 年前より、頭部を左へ回転させると、耳鳴とともに

Table 1 Clinical summary of 14 patients with VBI due to extraluminal factors

Case No.	Age Sex	Dx	Clinical Presentation	Preop Angiogram	Surgery	Postop Angiogram	Complication	Outcome
1	56.M	Powers' syndr.	TIA's with head turning fainting, tinnitus	Rt.VA 1st seg. compression	A.S.M. & L.C.M. Resect. Fib. band remov.	patent	Transient Horner's syndr.	asymptomatic GOS 1
2	67.M	Spondylotic VBI	TIA's with head turning dizziness	Lt.VA 2nd seg. compression	unectomy unroofing	patent	none	asymptomatic GOS 1
3	71.F	Spondylotic VBI	Wallenberg syndr. TIA's with ataxia, vertigo	Lt.VA 2nd seg. compression Rt.VA 3rd seg. occl.	unectomy unroofing	patent	none	no further TIA's GOS 1
4	66.F	Spondylotic VBI	TIA's with head turning dizziness	Blt.VA 2nd seg. compression	unectomy unroofing	patent	none	asymptomatic GOS 1
5	74.M	Spondylotic VBI	TIA's with vertigo, drop attacks	Lt.VA 2nd seg. compression Rt.VA hypoplasia	unectomy unroofing	patent	none	asymptomatic GOS 1
6	64.F	Spondylotic VBI	TIA's with head turning vertigo, tinnitus	Rt.VA 2nd seg. compression	unectomy unroofing	patent	none	asymptomatic GOS 1
7	51.F	Spondylotic VBI	TIA's with head turning dizziness	Rt.VA 2nd seg. compression	unectomy unroofing	patent	none	asymptomatic GOS 1
8	53.M	Spondylotic VBI	TIA's with head turning vertigo	Lt.VA 2nd seg. compression	osteophylectomy & unroofing	patent	none	asymptomatic GOS 1
9	67.M	Spondylotic VBI	TIA's with head turning vertigo	Rt.VA 2nd seg. compression Postop Lt.subclavian steal syndr.	osteophylectomy	patent	none	asymptomatic GOS 1
10	64.M	Spondylotic VBI	TIA's with head turning vertigo	Rt.VA 2nd seg. compression	unectomy unroofing	patent	none	asymptomatic GOS 1
11	54.M	Bow hunter stroke	TIA's with head turning dizziness	Lt.VA 3rd seg. compression	unroofing & fib. band remov.	patent	none	asymptomatic GOS 1
12	49.F	Bow hunter stroke	TIA's with head turning dizziness	Rt.VA 3rd seg. compression	unroofing & fib. band remov.	patent	none	asymptomatic GOS 1
13	50.F	Bow hunter stroke	TIA's with head turning vertigo	Rt.VA 3rd seg. compression	C ₁ C ₂ posterior fusion	patent	none	asymptomatic GOS 1
14	72.M	VBI d/T AAD (os odontoidum)	Drop attacks & Syncope with head flexion	Rt.VA 3rd seg. compression	C ₁ C ₂ posterior fusion	Patent	Lacunar infarct. in lt. int. caps.	Rt. hemiparesis GOS 2

Table 2 Mechanisms and surgical procedures of 14 patients with VBI due to extraluminal factors

1st. segment	• Powers' syndrome	1 case
	↳ Ant. scalene m. & Longus colli m. resection & Fibrous band removal :	1 case
2nd. segment	• Spondylotic VBI	9 cases
	↳ Uncectomy & Unroofing :	8 cases
	↳ Osteophytectomy :	1 case
3rd. segment	• Bow hunter's stroke	3 cases
	↳ Unroofing & Fibrous band removal :	2 cases
	↳ C ₁ -C ₂ Posterior fusion :	1 case
	• VBI due to AAD	1 case
	↳ C ₁ -C ₂ Posterior fusion :	1 case

Fig. 1 Case 1 (V₁ segment, Powers' syndrome). Bilateral retrograde VAG: (*Upper*) The vertebral arteries appeared normal in the A-P projection when head was held in neutral position and turned to the right. When the head was turned to the left, occlusion was demonstrated in the V₁ segment of the right vertebral artery (arrow head). (*Lower*) The serial angiogram in the position of head rotated to the right revealed a pooling of contrast medium proximal to the C₆ transverse foramen in the late arterial phase.

Fig. 2 Case 1: (*Lower*) The right subclavian artery (SA) and the V₁ segment of the vertebral artery (VA) were exposed. Operative finding revealed that the right anterior scalene (AS) and longus colli (LCo) muscles, and the fibrous band compressed the vertebral artery. (*Upper*) These muscles and fibrous band was resected. Postoperative angiogram revealed a satisfactory decompression of the vertebral artery.

エレベーターに乗って落下してゆくような dizziness があり、他覚的には、頭部を左へ回転させると右方向の水平眼振が誘発された。

両側 retrograde VAG で、頭部正中位および、頭部を右に回転させたときには異常を認めないが、頭部を左へ回転させると、右椎骨動脈 V₁ segment に完全な閉塞が認められ (Fig. 1), 同時に右方向への水平眼振が誘発された。

手術は、supraclavicular approach で右椎骨動脈を絞扼していた、発達、肥厚した前斜角筋、長頸筋を切断除圧し fibrous band の除去を行い、症状は完全に消失し、術後の血管撮影でも頭部左方回旋時の圧迫による閉塞は認められなくなった (Fig. 2)。

<症例 8> 53 歳, 男性.

(V₂ segment, spondylotic VBI)

約 6 カ月前より、左上肢のしびれ、脱力があり、しだい

Fig. 3 Case 8 (V_2 segment, spondylotic VBI) (*Upper*) Preoperative angiogram: A-P view of the cervical spine showed the left lateral spur (*arrow*) at the level between C_{5-6} , and the angiogram revealed the left vertebral artery compressed adjacent to the spur when the head rotated to the left. (*Lower*) Postoperative angiogram: The spur was removed (*arrow*) and no compression was noted in head turned to the left.

に悪化し、頭部を左へ回転させると眩暈が出現するようになった。神経学的には、 C_6 神経根症状が認められ、頭部を左に回転させると眩暈が誘発される。

頸椎単純写、側面像で $C_{4/5}$ 、 $C_{5/6}$ 間で頸椎症性変化が認められ、正面像では、 $C_{5/6}$ 間に一致して著明な lateral spur の突出を認めた。血管撮影、頭部正中位では、 $C_{5/6}$ 間に一致して lateral spur による左椎骨動脈の屈曲が認められるのみであるが、頭部を左に回転させると、圧迫による著明な狭窄が認められた (Fig. 3)。

手術は、 $C_{5/6}$ 椎間板切除とともに、 C_5 、 C_6 横突起孔の unroofing, unectomy を行い、症状消失した。

<症例 11> 54 歳、男性。

(V_3 segment, Bow hunter's stroke)

約 6 カ月前より、自動車をバックさせようと頭部を左へ回転させると、必ず眩暈が起こる。ひどい場合は、四肢の脱力、意識消失にいたる。本例も、頭部を左へ回転させると眩暈が誘発された。

両側 retrograde VAG では、頭部を左に回転させたとき

にのみ、右椎骨動脈の血流の途絶が認められ、遅い phase で、3rd segment, $C_{1/2}$ 間のレベルでの閉塞であることが確認できた (Fig. 4)。

本例には、 C_1 、 C_2 横突起孔の unroofing と fibrous band の除去を行い、発作は消失した (Fig. 5)。

<症例 14> 74 歳、男性。

(atlanto-axial dislocation による VBI)

5 年くらい前より、歩行時よく転倒するようになった。約 6 カ月前より、食事の際など、頭部を前屈させると意識消失を生じ、膳に顔をうずめたままとなる発作を繰り返すため受診した。入院中も発作が頻回に起こるため、とりあえず、ポリネックカラーを装着すると発作は消失した。

頸椎単純撮影で、os odontoideum により生じた環椎軸椎前方脱臼であり、myelography では、前屈位で脊椎管狭窄状態は増強された (Fig. 6)。

両側 retrograde VAG、前屈位で撮影を行うと、右椎骨動脈は軸椎横突起孔直上で severe stenosis、ほとんど occlusion の状態となる (Fig. 7) が、前屈位以外での血流は

Fig. 4 Case 11 (V_3 segment, Bow hunter's stroke). The angiogram demonstrated occlusion of the right vertebral artery when the head rotated to the left (*Upper*). Pooling of the contrast media (*arrow*) indicates the occlusion was located at the level between C_{1-2} (*Lower*).

良好であった。

手術は、高齢でもあるため、Brooks 法による $C_{1/2}$ posterior fusion のみを行った。術後、発作は消失した。

考 察

椎骨脳底動脈不全の原因として、動脈硬化性狭窄病変が最も頻度が高いとはいえ、椎骨動脈は、鎖骨下動脈からの分岐から頭蓋内へ至る解剖学的な走行の特異性より、様々な部位で血管外の病因による圧迫を受けやすい血管であることは想像に難くない。こうした血管外の病変により圧迫を受け、椎骨動脈の血流低下をきたす場合の症状は、頭頸部のある一定の動きに伴い、あるいは、一定の頭位をとった際に、一過性の椎骨脳底動脈系の虚血発作として出現し多くの場合、他覚的にも頭位変換により症状を誘発させる

Fig. 5 Case 11: Intra-operative photographs of Bow hunter's stroke. Fibrous band (*Left arrow head*) was removed, and unroofing of C_1 and C_2 transverse foramen was performed (*Right*). The vertebral artery was well decompressed.

Fig. 6 Case 14 (V_3 segment, VBI due to atlanto-axial dislocation). Myelogram revealed anterior atlanto-axial dislocation accompanied by os odontoideum, and the cervical canal stenosis was exacerbated in the position of neck flexion (*right*).

Fig. 7 Case 14: Angiogram in neck flexion revealed the right vertebral artery severely stenosed, almost occluded at the level of the transverse foramen of the axis (*arrow head*).

ことができる。更に、血管撮影で、その頭位での血行障害が証明されれば、診断は確定されと考えられる。

鎖骨下動脈からの分岐部から頸椎横突起孔に入るまでのV₁ segmentでは、前斜角筋、長頸筋や、その他のsoft tissue massが圧迫の原因となると報告されている⁶⁾⁸⁾⁹⁾¹³⁾。

最初の報告は、1961年、Powers¹³⁾が、①intermittent VBI、②scalenus anticus syndrome、③supraclavicular bruitの3症状を呈する28例に血管撮影を行い、17例に椎骨動脈の解剖学的起始異常、頸部回旋に伴う椎骨動脈閉塞を認めた。以後、fibrous bandによる絞扼に原因を求めるもの⁶⁾¹³⁾や、解剖学的起始異常は必ずしも必要でなく、横突起孔入口部での前斜角筋、長頸筋などによるとする報告⁸⁾もあり、Powers' syndromeと総称される。手術は、圧迫・絞扼の原因となっている筋、fibrous bandの切除であるが、脂肪組織を充填⁶⁾、あるいは横突起孔の開放を追加した⁸⁾という報告もある。我々の経験した症例では、前斜角筋、長頸筋の切除、fibrous bandの除去のみで良好な結果が得られている。

椎骨動脈が横突起孔内を走行するV₂ segmentでは、外傷による頸椎脱臼骨折による椎体の偏位のための圧迫の報告もあるが、頸椎症による骨棘が圧迫の原因となるもの(spondylotic VBI)が頻度が高く報告例も多い¹⁾⁴⁾¹¹⁾¹²⁾¹⁵⁾¹⁷⁾¹⁹⁾。レ線検査上の所見は、頸椎前後像で、著明なlateral spurの突出を認め、頭部の回転により骨棘に接する椎骨動脈が圧迫を受け著明な狭窄が証明され、同時にVBIの症状が誘発される場合も少なくない。手術は、正中部より椎間板切除を行いdisc spaceより骨棘を除去し椎間固定する方法を勧めるもの¹⁾¹⁷⁾もある。しかし、頸椎症によるradiculomyelopathyを伴うものには椎間板切除は行うとしても、側方より横突起孔を開放し椎骨動脈を直視下に置く方法がより安全であり、同時に、fibrous bandの除去も行えるという点で優れていると考え¹¹⁾¹²⁾。

C₁-C₂のレベルでの機械的な閉塞は、頭部の回転で生じるものと、前後屈で生じるものがある。いずれの場合も、血管撮影の際、透視下で症状出現する頭位をとらせてゆくと、患側の椎骨動脈の血流はしだいに遅延し、early arterial phaseでは、あたかもfirst segmentでの閉塞を思わせるので、十分に遅いphaseまで観察する必要がある。

頭部の回転運動で生じるものは、1978年、Sorensen¹⁸⁾が弓矢を引く人に起こったワレンベルグ症候群の例で、こうした機序を説明したのが最初であり、Bow hunter's strokeと呼ばれる。Bow hunter's strokeの手術は、確立された方法はなく、環椎・軸椎間の回旋運動のため椎骨動脈にねじれが生じることに原因を求めれば、環椎・軸椎間の後方固定のみで十分である²¹⁾、fibrous bandが重要な役割を果たすと考えれば、spondylotic VBIと同様にun-

roofingとfibrous bandの除去が必要であろう。我々は、3例を経験し、最初の2例ではunroofingとfibrous bandの除去を、次の1例では環椎・軸椎間の後方固定術を施行したが、いずれの例も同様に良好な結果が得られており、embolismの危険がないと考えられる例には手術法の簡便さから後方固定術のみでもよいのではないかと考えている。

環椎軸椎脱臼の際、前後屈運動で環椎軸椎間の偏位が増大し、椎骨動脈の機械的閉塞が生じるわけであるが、そのmechanismを血管撮影もしくは剖検所見により直接証明した報告は以外に少なく、しかもそのほとんどは、すでに重篤なposterior circulationの梗塞を起こし重大な神経脱落症状を残したもののや、梗塞の結果、死亡した例に対して検索されたものである²⁾³⁾⁷⁾¹⁰⁾¹⁴⁾¹⁶⁾²⁰⁾。C₁-C₂部は外傷性動脈瘤の好発部位でもありVBIの原因精査の際、この部での機械的閉塞にも十分注意を払うことが必要である。手術は、compression myelopathyを伴う可能性が高いので、前方固定、後方固定のどちらでもよいが、十分な固定性が得られる術式のみでよく、unroofingは後頭部筋肉の剝離、骨の削除が多くなるため固定性を悪化させ、更に、閉塞例では側副血行路を損傷するという両面から、無用かと考えている。

椎骨動脈の機械的圧迫によるVBIの多くは、hemodynamic eventで説明されうるものと考えられるが、繰り返す機械的損傷の結果、閉塞、あるいは、embolismのため重篤な椎骨脳底動脈系の梗塞を引き起こしたとする報告も多く⁵⁾⁷⁾⁹⁾¹¹⁾²⁰⁾、自然経過は不明な点も多い。しかしながら、手術は、椎骨動脈の血流遮断を必要とせず、安全に血流低下を改善でき、よい手術適応であると考えられる。

ま と め

頭蓋外椎骨動脈の機械的圧迫による閉塞は様々な原因により起こるが、動脈硬化性狭窄病変に比して血管外の要因による例はよい手術適応であり、より安全に椎骨動脈系の血流低下を改善できるものと考えられた。

文 献

- 1) Baek L, Leslie EV: Surgical treatment of vertebral artery insufficiency caused by cervical spondylosis. J Neurosurg 23: 596-602, 1965
- 2) Crellin RQ, McCabe JJ, Hamilton EDB: Severe subluxation of the cervical spine in rheumatoid arthritis. J Bone Joint Surg 52B: 244-251, 1970
- 3) Fraser RAR, Zimble SM: Hindbrain stroke in children caused by extracranial vertebral artery trauma. Stroke 6: 153-159, 1975
- 4) Gortvai P: Insufficiency of vertebral artery treated by decompression of its cervical part. Br Med J 2: 233-234, 1964
- 5) Hardin CA, Posner CA: Rotational obstruction of the vertebral artery due to redundancy and extraluminal fascial

- bands. *Ann Surg* **158**: 133–137, 1963
- 6) Husni EA, Bell HS, Strer J: Mechanical occlusion of the vertebral artery. *JAMA* **196**: 475–478, 1966
- 7) Jones MW, Kaufman JCE: Vertebro basilar artery insufficiency in rheumatoid arthritis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* **39**: 122–128, 1979
- 8) Kojima N, Tamaki N, Fujita K, Matsumoto S: Vertebral artery occlusion at the narrowed “scalenovertbral angle”: Mechanical vertebral occlusion in the distal first portion. *Neurosurgery* **16**: 672–674, 1985
- 9) Mapstone T, Spetzler RF: Vertebro basilar insufficiency secondary to vertebral artery occlusion from fibrous band. *J Neurosurg* **56**: 581–583, 1982
- 10) Martel W: Cervical spondylitis in rheumatoid disease. *Am J Med* **44**: 441–446, 1968
- 11) Nagashima C: Surgical treatment of vertebral artery insufficiency caused by cervical spondylosis. *J Neurosurg* **32**: 512–521, 1970
- 12) Pasztor E: Decompression of vertebral artery in cases of cervical spondylosis. *Surg Neurol* **9**: 371–377, 1978
- 13) Powers SR, Drislane TM, Nevins S: Intermittent vertebral artery compression: A new syndrome. *Surgery* **49**: 257–264, 1961
- 14) Robinson BP, Seeger JF, Zak SM: Rheumatoid arthritis and positional vertebro basilar insufficiency. *J Neurosurg* **65**: 111–114, 1986
- 15) Sheehan S, Bauer RB, Meyer JS: Vertebral artery compression in cervical spondylosis. Arteriographic demonstration during life of vertebral artery insufficiency due to rotation and extension of the neck. *Neurology (Minneapolis)* **10**: 968–986, 1960
- 16) Singer WD, Haller JS, Wolpert SM: Occlusive vertebrobasilar artery disease associated with cervical spine anomaly. *Am J Dis Child* **129**: 492–495, 1975
- 17) Smith DR, Vanderark GD, Kempe LG: Cervical spondylosis causing vertebrobasilar insufficiency: A surgical treatment. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* **34**: 388–392, 1971
- 18) Sorensen BF: Bow hunter’s stroke. *Neurosurgery* **2**: 259–261, 1978
- 19) Spetzler RF, Hadley MN, Martin NA, *et al* : Vertebrobasilar insufficiency. Part 1: Microsurgical treatment extra cranial vertebrobasilar disease. *J Neurosurg* **66**: 648–661, 1987
- 20) Webb FWS, Hickman JA, Brew DStJ: Death from vertebral artery thrombosis in rheumatoid arthritis. *Br Med J* **2**: 537–538, 1964
- 21) Yang PJ, Latack JT, Gabrielsen TO, *et al* : Rotational vertebral artery occlusion at C1-C2. *AJNR* **6**: 98–100, 1985