

# Balloon expandable stent を用いて治療を行った鎖骨下動脈盗血症候群の2例

竹下朝規<sup>1)</sup> 林健太郎<sup>1)</sup> 宗 剛平<sup>1)</sup> 堀江信貴<sup>1)</sup>  
森川 実<sup>2)</sup> 陶山一彦<sup>1)</sup> 永田 泉<sup>1)</sup>

## Subclavian steal syndrome treated with balloon expandable stent; reports of two cases

Tomonori TAKESHITA<sup>1)</sup> Kentaro HAYASHI<sup>1)</sup> Gohei SO<sup>1)</sup> Nobutaka HORIE<sup>1)</sup>  
Minoru MORIKAWA<sup>2)</sup> Kazuhiko SUYAMA<sup>1)</sup> Izumi NAGATA<sup>1)</sup>

1) Department of Neurosurgery, Nagasaki University School of Medicine

2) Department of radiological science, Nagasaki University School of Medicine

### ●Abstract●

**Objective:** We report two cases of atherosclerotic vertebral and subclavian stenosis presenting with subclavian steal syndrome.

**Case presentation:** Two patients, who had symptoms of upper extremity weakness and vertebrobasilar insufficiency, underwent stent replacement for obstructive lesions of the subclavian and vertebral arteries. Stents were successfully placed in both, resulting in resolution of symptoms.

**Conclusion:** Surgical revascularization techniques, bypass graft and endarterectomy, have been the mainstay treatment for vertebral and subclavian stenosis, but the morbidity rate associated with surgical treatment was relatively high. Recently, the endovascular treatment has been widely used for stenotic lesions and associated with a high rate of technical success. In two cases, we used new stents that did not require a system for remounting. These new devices solve the problem of balloon injury during catheter insertion, passage through the stenotic lesion, and stent placement except at the site of the target lesion. Endovascular treatment for obstructive lesions of the subclavian and vertebral arteries is considered to be a feasible and safe treatment and may be effective for stroke prevention.

### ●Key Words●

balloon expandable stent, endovascular treatment, subclavian steal syndrome

1) 長崎大学病院 脳神経外科

2) 同 放射線科

<連絡先: 竹下朝規 〒852-8501 長崎市坂本 1-7-1 E-mail: sas\_take\_tomo@msn.com >

(Received January 5, 2012 : Accepted September 12, 2012)

## 緒言

鎖骨下動脈および椎骨動脈起始部狭窄症に対する外科治療としてこれまでは吻合術や内膜剥離術等の直達術が行われていたが<sup>2,11)</sup>, 近年ではステント留置術を中心とした血管内手術が行われることが多くなっている<sup>12,13)</sup>. 今回, われわれは鎖骨下動脈盗血症候群を呈した2症例に対して, balloon expandable stent を用いて治療を行った. 鎖骨下動脈および椎骨動脈の閉塞性病変に対する血

管内治療の成績, ステントの特性などについて文献的考察を加えて報告する.

## 症例呈示

### 1. 症例 1

患者: 70 歳, 男性.

主訴: 右上肢の脱力, 歩行時のふらつき.

既往歴: 腸閉塞

現病歴: 6 年前より歩行時のふらつきや労作時の右上肢

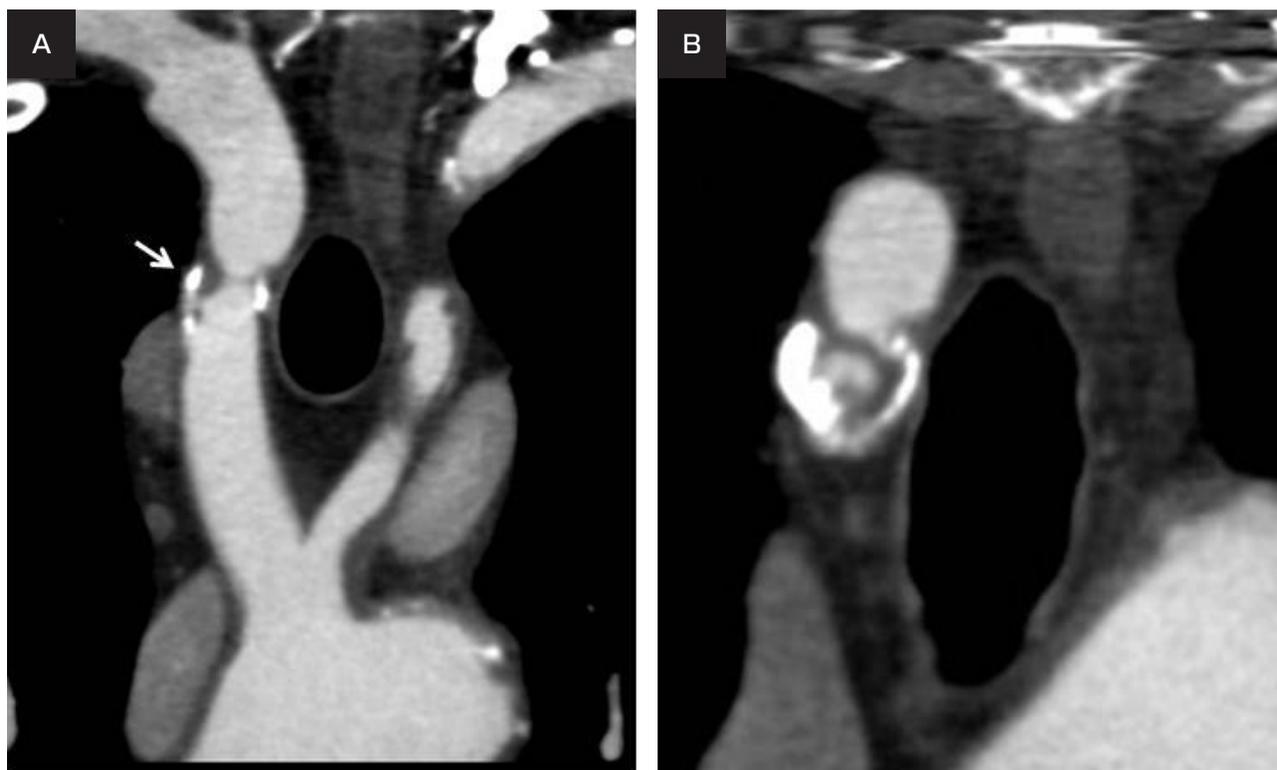


Fig. 1 Case 1

A, B : Contrast enhanced computed tomography (CT) shows stenosis of the right subclavian artery with calcification (arrow).

の脱力感を自覚していた。症状の増悪を認めたため、近医にて精査を行ったところ右鎖骨下動脈高度狭窄および鎖骨下動脈盗血症現象を指摘され、治療目的に当科入院となった。

入院時神経所見：神経学的異常所見はなく、上肢の血圧は右側が 134/98 mmHg, 左側が 149/103 mmHg であった。

神経放射線学的所見：造影 CT では右総頸動脈分岐直後の鎖骨下動脈に外周に石灰化を伴う高度狭窄病変が認められた (Fig. 1 矢印)。右腕頭動脈造影では同部位に狭窄が見られ右椎骨動脈は順行性には描出されず (Fig. 2A, B), 左鎖骨下動脈造影にて右椎骨動脈は椎骨脳底動脈合流部を介し逆行性に描出された (Fig. 2C 矢印)。

治療方針：血管造影では右鎖骨下動脈狭窄による鎖骨下動脈盗血症現象を認め、臨床症状として、労作時の右上肢の虚血症状、椎骨脳底動脈循環不全によるふらつきを認めたため鎖骨下動脈盗血症候群と判断した。すでに抗血小板薬投与が行われていたが、症状は増悪傾向であったため血管内治療を行う方針となった。

血管内手術：局所麻酔下に右大腿動脈より 6Fr シャトルシース (Cook Medical, Bloomington, IN, USA) を右腕頭動脈まで誘導した。ガイドワイヤーは狭窄部を通過し右上腕動脈まで進め、バルーンカテーテル Powerflex 4 mm × 2 cm (Cordis, Miami, FL, USA) を 6 気圧まで加圧拡張した。狭窄部が拡張されていることを確認後、Express Vascular LD ステンント 8 × 17 mm (Boston Scientific, Natick, MA, USA) を狭窄部に進めたが、通過は容易であった。総頸動脈の起始部に注意しつつ留置した。造影を行うと右椎骨動脈は順行性に描出され、左椎骨動脈からの逆流は消失した (Fig. 2D 矢頭, E)。

術後神経放射線学的所見：術後の頭部単純 CT では治療に起因する合併症は見られず、造影 CT では右鎖骨下動脈の良好な拡張が確認された (Fig. 2F)。

術後経過：術後には新たな神経脱落症状は出現せず、術前に見られた鎖骨下動脈盗血症候群によるふらつきや右上肢の脱力感は治療後 2 年を経過しているが完全に消失している。



Fig. 2 Case 1

A, B : Preoperative innominate artery angiography shows severe stenosis of the right subclavian artery.

C : Left vertebral artery angiography shows retrograde flow through the right vertebral artery and subclavian artery via the left vertebral artery.

D, E : Angiography shows a remodeling of the right subclavian artery after stent implantation and anterograde filling of the right vertebral artery (arrowhead).

F : Contrast enhanced computed tomography (CT) shows dilatation of the right subclavian artery after stent replacement.

## 2. 症例 2

患者：75 歳，男性。

主訴：眩暈

既往歴：高血圧，慢性閉塞性肺疾患

家族歴：特記事項なし

生活歴：喫煙 20 本 /47 年

現病歴：30 年前より上肢血圧の左右差を指摘されてい

たが経過をみていた。歩行時の眩暈を認めるようになったため近医にて精査を行うと左鎖骨下動脈閉塞，右椎骨動脈起始部狭窄を指摘され，治療目的に当科紹介入院となった。

入院時神経所見：神経学的脱落症状はなく，上肢の血圧は右側が 156/92 mmHg，左側が 106/82 mmHg と左右差を認めた。



Fig. 3 Case 2

- A : Contrast enhanced CT shows stenosis of the ostium of the right vertebral artery (arrow) and occlusion of the left subclavian artery (arrowhead).  
 B : Aortography shows occlusion of the left subclavian artery.  
 C : Right subclavian angiography shows stenosis of the ostium of the right vertebral artery.  
 D : Right vertebral artery angiography demonstrates retrograde flow through the left vertebral artery and subclavian artery via the right vertebral artery.  
 E : Right subclavian angiography demonstrates a remodeling of the ostium of the right vertebral artery after stent implantation.

神経放射線学的所見：造影CTでは左鎖骨下動脈は大動脈弓分岐後より約3 cmにわたり閉塞し(Fig. 3A 矢頭)、右椎骨動脈起始部には高度狭窄が認められた(Fig. 3A 矢印)。大動脈造影では左鎖骨下動脈は分岐直後で閉塞していた(Fig. 3B)。右鎖骨下動脈造影では椎骨動脈起始部に高度狭窄を認め(Fig. 3C)、右椎骨動脈造影を行うと椎骨脳底動脈合流部を介して左椎骨動脈から鎖骨下

動脈へと逆流していた(Fig. 3D)。

治療方針：眩暈の原因となるような他の器質性疾患を認めず、血管造影では左椎骨動脈の盗血現象を認めることより、椎骨脳底動脈循環不全を呈する鎖骨下動脈盗血症候群と判断した。慢性閉塞性肺疾患があり長時間の仰臥位が困難であったこと、30年前から血圧の左右差を指摘され慢性閉塞が疑われたことや、閉塞部は3 cmと長

いことから、左鎖骨下動脈閉塞の再開通は困難と考えられた。右椎骨動脈からの血流が改善されることで椎骨脳底動脈循環不全や左上肢の虚血症状が軽減することを期待して右椎骨動脈起始部病変に対するステント留置術を行う方針となった。

**血管内手術：**局所麻酔下に右大腿動脈より右鎖骨下動脈へ6Fr ガイディングカテーテルを誘導した。ガイドワイヤー (Transcend, Boston Scientific, Natick, MA, USA) およびマイクロカテーテル (Renegade, Boston Scientific, Natick, MA, USA) にて右椎骨動脈の狭窄病変を通過し、バルーンカテーテル Submarine Rapido 3 mm × 2 cm (INVAtec, Roncadelle, ITALY) を狭窄部を覆うように誘導し6気圧にて加圧拡張を行った。PALMAZ genesis ステント 4 mm × 15 mm (Cordis, Miami, FL, USA) の狭窄部の通過は容易であり、右椎骨動脈起始部に留置した (Fig. 3E)。治療後には、左椎骨動脈を介して左鎖骨下動脈へ向かう血流に改善が見られた。

**術後経過：**治療直後より上肢の血圧は右側が137/89 mmHg、左側が130/76 mmHgと左右差は改善し、歩行時の眩暈も消失した。治療後1年半を経過しているが、再狭窄もなく術前みられた歩行時の眩暈は完全に消失している。

## 考 察

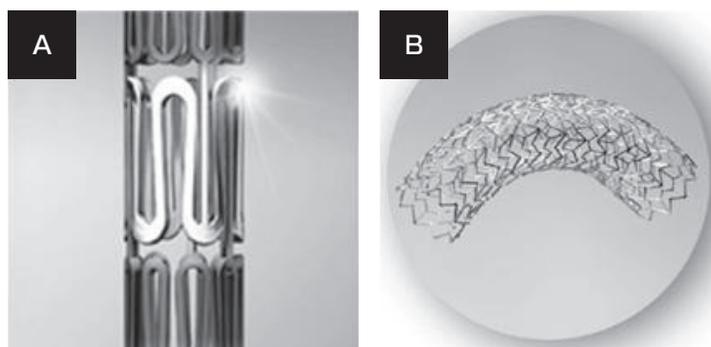
鎖骨下動脈盗血現象とは鎖骨下動脈や椎骨動脈に閉塞性病変を生じ動脈圧が減少することで対側椎骨動脈の血流が患側の椎骨動脈に逆流する現象である<sup>5)</sup>。椎骨脳底動脈系の虚血に伴う眩暈や失神などの椎骨脳底動脈循環不全症や患側上肢の運動に伴う痺れや脱力感など鎖骨下動脈盗血症候群を呈した場合には、その症状改善の目的に治療が行われることが多い。まずは、抗血小板薬を中心とした薬物療法が行われるが、薬物投与にも関わらず症状が改善しなければ外科的治療が適応となる<sup>6)</sup>。外科治療では内膜剥離術や吻合術など直達術が行われていたが<sup>21)</sup>、近年では経皮的血管拡張術やステント留置術などの血管内治療が広く行われるようになってきている<sup>12,13)</sup>。

椎骨動脈起始部狭窄症に対する血管内治療に関しては、Aaron らが systematic review を報告しており、手技の成功率は973/980 (99.3%)、手技に起因する椎骨脳底動脈系の虚血性合併症は11/980 (1.2%)、平均21ヵ月の観察期間において椎骨脳底動脈領域の脳梗塞は13/980 (1.3%)、TIAは64/980 (6.5%)であった<sup>1)</sup>。再

狭窄は平均24ヵ月の観察期間において drug-eluting stent では22/196 (11.2%)、bare metal stent では101/340 (30%) と bare metal stent で比較的高い数値であった<sup>1)</sup>。椎骨動脈起始部では可動性があるためステントを留置した際に炎症反応が起こりやすいことや、分枝の開口部はエラスチンや平滑筋の増生が起こりやすいことが再狭窄の原因と言われている<sup>8)</sup>。一方、鎖骨下動脈の閉塞性病変に対する血管内治療の成績に関しては狭窄症と閉塞症では違いが認められる。狭窄症では手技の成功率が97.8~100%であるのに対し閉塞症では65~90.5%と低下していた<sup>3,9,10,14)</sup>。再狭窄率に関しては狭窄症と閉塞症を含めて平均24~40ヵ月の観察期間において8.4~15.9%であり、椎骨動脈起始部病変と比較して良好な結果であった<sup>3,9,10,14)</sup>。術中の塞栓合併症予防のため distal protection を行うか否かが議論になるところだが、今回の2症例はいずれも distal protection なしで治療を行い、術後に塞栓合併症は生じなかった。症例2に関しては右椎骨動脈の血流は順行性であり術中に塞栓合併症を生じる危険性が考えられるが、guiding catheter や balloon catheter の誘導が困難な症例であったため、simple に治療を行うために distal protection は行わなかった。当科においては、術前にMRIによる狭窄病変のプラーク診断を行うようにしており、今回の2症例は fibrous plaque が疑われた症例であった。鎖骨下および椎骨動脈病変における術前のプラーク診断は protection device を用いるかどうかの判断材料となるのではないかと考えられたが今後の検討を要する。

症例1に関しては、右鎖骨下動脈狭窄により右上肢の脱力、椎骨脳底循環不全によるふらつき症状を呈し、血管造影では鎖骨下動脈盗血現象を認めているため鎖骨下動脈盗血症候群と診断した。右鎖骨下動脈ステント留置後には右椎骨動脈の血流は順行性となり、症状の改善も得られ良好な結果であった。症例2では左鎖骨下動脈は閉塞し右椎骨動脈起始部には高度狭窄がみられ鎖骨下動脈盗血現象を呈していた。治療前には体動時に頻回の眩暈を認め、他に原因となるような器質性疾患がないことより鎖骨下動脈盗血症候群と診断し積極的な治療が必要と判断した。治療に関しては左鎖骨下動脈閉塞の再開通を試みる方法と右椎骨動脈狭窄に対して拡張術を行う方法が考えられる。左鎖骨下動脈の閉塞部位はセグメントが長く、約30年間の長期間の閉塞が疑われ病変が器質化しているものと考えられたことより、無理に再開通

## Express™ vascular LD stent system



## PALMAZ® Genesis™

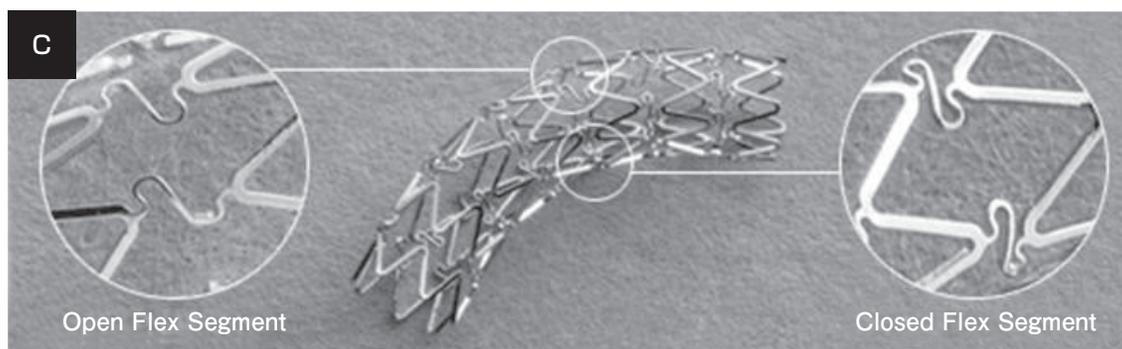


Fig. 4

Photographs of the Express vascular LD stent system (A, B) and PALMAZ Genesis stent (C).

療法を行った場合にはガイドワイヤーやカテーテルが動脈壁内へ迷入し大動脈解離を来す危険性があることから<sup>7)</sup>、閉塞部の再開通は困難と判断した。姑息的ではあるが、右椎骨動脈狭窄部を治療し右椎骨動脈から脳底動脈、対側の椎骨動脈への血流が増加することで症状改善を目指す治療方針とした。右椎骨動脈の拡張術を行ったにも関わらず症状改善が得られない場合には、左鎖骨下動脈閉塞部を再開通させることも考慮し治療を行った。右椎骨動脈起始部の拡張術後には右椎骨動脈から脳底動脈、対側椎骨動脈へと向かう血流は明らかに改善し、症状も消失していることから目標は達成できたのではないかと考えられた。

今回の治療ではステントの乗せ替えが不要な2種類のballoon expandable stentを用いて治療を行った。Express vascular LD stentは2007年9月、PALMAZ genesis ステントは2009年6月にそれぞれ発売されており血管内治療の領域では普及しているが、両者の特徴について以下にまとめた。両ステントの登場まではPALMAZ (Cordis, Miami, FL, USA) を使用することが

多かったが、カテーテルの有効長が80 cmしかなく鼠径部から鎖骨下動脈や椎骨動脈起始部の病変にアクセスするにはPloverflexなどの長いカテーテルにリマウントする必要があった。そのため、マウント中のバルーン損傷、狭窄部の通過困難、操作中のステント滑落などの問題が生じていた。Express vascular LD stent (Fig. 4A, B) は腸骨動脈(総腸骨動脈, 外腸骨動脈)における狭窄部の拡張または管腔の維持が適応であり、カテーテルの有効長は135 cmのため鼠径部からでも鎖骨下動脈病変へのアプローチが可能である。ステント径は7, 8, 9, 10 mmであり鎖骨下動脈などの比較的太い血管径のものが適応となると考えられるが、Express vascular SD stentはステント径が4, 5, 6, 7 mmであり椎骨動脈起始部にも留置可能である。一方、PALMAZ genesis ステント (Fig. 4C) は腎動脈収縮期最高血流速度が180 cm/秒以上もしくは最大収縮期圧較差が20 mmHg以上で狭窄率が50%以上の症候性腎動脈狭窄症が適応である。これまでのPALMAZステントとの違いは適合ワイヤーが0.015インチとなったことで蛇行病変などでの柔軟性が

増したことや6Fr ガイディングシステムとなり low profile 化されたこと, monorail shaft design になり操作性が向上したことなどがあげられるが, 最大の利点としてはカテーテルの有効長が 142 cm となったことで鼠径部からのアプローチでもステントを乗せ替える必要なく椎骨動脈病変の治療が可能になったことである。欠点としては, ステント径がこれまでの5種類から3種類へ減少していることである。Express vascular LD stent では強い磁界によるステントの移動を抑えるため留置後8週間はMRIを施行できないが, PALMAZ genesis ステントは非臨床試験の結果より3テスラ以下のMRIの撮影は留置直後より実施可能とされている。なお, 冠動脈ステントの領域においては, ステント留置後に一旦内皮化が生じればMRIは安全に施行できると考えられており, 内皮化が完成するまでの留置後8週間はMRIを延期することがAmerican Heart Associationや製造会社から推奨されている<sup>4)</sup>。このように病変に応じてデバイスを選択することでより安全で確実な治療が可能になるのではないかと考えられる。

本論文に関して, 開示すべき利益相反状態は存在しない。

## 文 献

- 1) Al-Ali F, Barrow T, Duan L, et al: Vertebral artery ostium atherosclerotic plaque as a potential source of posterior circulation ischemic stroke: result from borgess medical center vertebral artery ostium stenting registry. *Stroke* **42**:2544-2549, 2011.
- 2) Cina CS, Safar HA, Laqana A, et al: Subclavian carotid transposition and bypass grafting: consecutive cohort study and systematic review. *J Vasc Surg* **35**:422-429, 2002.
- 3) De Vries JP, Jager LC, Van den verg JC, et al: Durability of percutaneous transluminal angioplasty for obstructive lesions of proximal subclavian artery: long-term results. *J Vasc Surg* **41**:19-23, 2005.
- 4) Gerber TC, Fasseas P, Lennon RJ, et al: Clinical safety of magnetic resonance imaging early after coronary artery stent placement. *J Am Coll Cardiol* **42**:1295-1298, 2003.
- 5) Hennerici M, Klemm C, Rautenberg W: The subclavian steal phenomenon: a common vascular disorder with rare neurologic deficits. *Neurology* **38**:669-673, 1988.
- 6) 川原一郎, 中本守人, 松尾義孝, 他: 血流豊富な甲状腺腫瘍に関連した鎖骨下動脈盗血現象. *No Shinkei Geka* **38**:473-476, 2010.
- 7) 中原一郎: 脳血管内治療, 松原俊二編, 椎骨動脈起始部・鎖骨下動脈狭窄症. 第1版, 東京, メディカ出版, 2010, 288-295.
- 8) Ogilvy CS, Yang X, Natarafan S, et al: Restenosis rates following vertebral artery origin stenting: does stent type make a difference? *J Invasive Cardiol* **22**:119-124, 2010.
- 9) Patel SN, White CJ, Collins TJ, et al: Catheter-based treatment of the subclavian and innominate arteries. *Catheter Cardiovasc Interv* **71**:963-968, 2008.
- 10) Przewlocki T, Kablak-Ziembicka A, Pieniazek P, et al: Determinants of immediate and long-term results of subclavian and innominate artery angioplasty. *Catheter Cardiovasc Interv* **67**:519-526, 2006.
- 11) Ramiez CA, Febrer G, Gaudric J, et al: Open repair of vertebral artery: a 7-year single-center report. *Ann Vasc Surg* **26**:79-85, 2012.
- 12) Storey GS, Marks MP, Dake M: Vertebral artery stenting following percutaneous transluminal angioplasty. *J Neurosurg* **84**:883-887, 1996.
- 13) 寺田友昭, 津浦光晴, 板倉徹: 椎骨, 鎖骨下動脈狭窄症に対する血管内治療. *脳外誌* **11**:813-819, 2002.
- 14) Wang KQ, Wang ZG, Yang BZ, et al: Long-term results of endovascular therapy for proximal subclavian arterial obstructive lesions. *Chin Med J* **123**:45-50, 2010.

JNET 6:202-208, 2012

## 要 旨

**【目的】** 乗せ替えが不要なステントを用いて治療を行った鎖骨下動脈盗血症候群の2例を報告する。**【症例】** 2例とも上肢の脱力と椎骨脳底動脈循環不全を認め, 椎骨, 鎖骨下動脈狭窄症に対しステント留置術を行い, 良好な拡張と共に症状の改善が得られた。**【結論】** 椎骨, 鎖骨下動脈の閉塞性病変に対し, かつては主に直達術が行われていたが, 合併症が多いことが問題となっていた。近年では血管内治療が広く行われるようになり, リマウントの必要の無い新たなステントを使用する事で狭窄部の通過やマウント中のバルーン損傷, 操作中のステント滑落などの問題も解決した。椎骨, 鎖骨下動脈狭窄症に対する血管内治療はより安全で確実な治療となり得ると考えられた。