

論文種別

テクニカルノート

論文タイトル

椎骨動脈の用手的圧迫による鎖骨下動脈ステント留置術における遠位塞栓予防

全員著者名

田代 典章¹⁾、川野 弘人²⁾、平岡 史大²⁾、福田 修志²⁾、中村 佑典²⁾、矢野 茂敏²⁾、
相川 博²⁾、呉 義徳³⁾、風川 清²⁾、松本 佳久⁴⁾、吉村 紳一⁵⁾

著者全員の所属施設・部署

- 1) 福岡脳神経外科病院 脳神経内科
- 2) 福岡脳神経外科病院 脳神経外科
- 3) ごう脳神経外科クリニック 脳神経外科
- 4) 聖マリア病院 脳神経外科
- 5) 兵庫医科大学病院 脳神経外科

連絡著者の氏名・連絡先

松本佳久

所属施設・部署：聖マリア病院 脳神経外科

住所：〒830-8543 福岡県久留米市津福本町4 2 2

電話番号：0942-35-3322

E-mail: fwip4873@mb.infoweb.ne.jp

キーワード

圧迫，椎骨動脈，鎖骨下動脈，遠位塞栓予防，ステント

宣言：

「本論文を，日本脳神経血管内治療学会機関誌 JNET Journal of Neuroendovascular Therapy に投稿するにあたり，筆頭著者，共著者によって，国内外の他雑誌に掲載ないし投稿されていないことを誓約致します。」

「要旨」

「目的」

鎖骨下動脈狭窄に対する経皮的血管拡張術において椎骨動脈への塞栓予防方法は未だ確立していない。我々は胸鎖乳突筋外側の鎖骨上窩を用手的に圧迫することで椎骨動脈の血流を途絶させて塞栓を予防している。その手技の有用性を報告する。

「症例」

2017年4月から2018年7月の間に鎖骨下動脈に80%以上の高度狭窄所見が認められた3例を対象とした。1例は上腕動脈から2例は大腿動脈からカテーテルを誘導し、ステントを留置した。病変部の処置を行う前に用手的に椎骨動脈を圧迫した。血管造影により血流遮断が確実であることを確認し、手技を行った。全例で血管撮影にて、狭窄部の良好な拡張を確認した。神経学的合併症は認められず、magnetic resonance imaging(MRI)上も急性期脳梗塞所見を認めなかった。

「結論」

用手的圧迫による遠位塞栓予防は簡易であり複数のカテーテルを必要とせず鎖骨下動脈ステント留置術に有用である。

緒言

鎖骨下動脈狭窄症の外科的治療は内膜剥離術や吻合術などの直達手術が行われてきたが^{1,2)}、近年では経皮的血管拡張、ステント留置術などの血管内治療が行われるようになってきた^{3,4)}。その中で鎖骨下動脈狭窄症の血管内治療に伴う合併症は一過性脳虚血発作も含めて1.2~4.5%、1~10年間の開存率は78%~89%、症候性再狭窄は7%と報告されている⁵⁻⁷⁾。鎖骨下動脈狭窄症の血管内治療の遠位塞栓の予防方法は確立されておらず、遠位塞栓防止機材を使用せずに治療可能との報告もある⁸⁾。一方でバルーンによる遠位塞栓保護の有用性も報告されている⁹⁾。鎖骨下動脈盗血症候群においても椎骨動脈血流改善に伴う塞栓症の危険があり遠位塞栓防止機材の併用が望ましいという報告もある¹⁰⁾。遠位塞栓予防法の一つとして、頸動脈病変に対する用手的圧迫の臨床的有用性はよく報告されているが¹¹⁻¹³⁾、我々が渉猟しえた限り、鎖骨上窩にて椎骨動脈を用手的に圧迫することの有用性はこれまで議論されていない。我々は助手が胸鎖乳突筋外側の鎖骨上窩を用手的に圧迫することにより椎骨動脈起始部で血流を途絶させて塞栓を予防している(Fig. 1)。用手的圧迫は簡易で複数のカテーテルを必要としない。代表症例を提示し、その手技の有用性を報告する。

尚、本研究は、当施設の倫理委員会の承認を得ており事前に本人、家族に説明し同意の上で実施している。

「症例提示」(case1)

患者：70代、女性

主訴：左上肢の脱力、痺れ

既往歴：高血圧症、糖尿病、脂質異常症、発作性心房細動

現病歴：突然、左上肢の脱力、痺れを自覚するようになり当施設を救急受診した。

入院時現症：意識は清明で、見当識は正常であった。左上肢の筋力はMMT4/5であった。左上肢の感覚障害、労作時における左上肢の虚血症状を認めた。左上腕動脈は触知不能であった。上肢の血圧は右172/91mmHg、左111/92mmHgであった。

神経放射線学的所見：血管撮影では左鎖骨下動脈の起始部は外周に石灰化を伴い高度に狭窄していた。左椎骨動脈は順行性に描出された。右腕頭動脈撮影では右椎骨動脈は起始部で閉塞していた。

治療方針：鎖骨下動脈起始部に石灰化を伴う高度狭窄の所見及び対側の椎骨動脈の起始部の閉塞所見も認められ、労作時のふらつき症状は両側の椎骨動脈の血流低下からの症状と考えられた。すでに抗凝固薬を服薬しており、1剤の抗血小板薬を追加処方した。しかし、その後も症状は軽減しなかったため、症候性の左鎖骨下動脈狭窄に対し血管内治療を行う方針となった。

血管内手術：全身麻酔下に右大腿動脈より6Fr GuiderSoftip(Boston, Scientific, Natick, MA, USA)を挿入し、左鎖骨下動脈まで誘導した(Fig. 2A)。CHIKAI-14(Asahi, Intecc, Aichi, Japan)を狭窄部を超えて上腕動脈まで誘導した。左鎖骨上窩において左椎骨動脈を手動的に圧迫し左鎖骨下動脈より造影を行い左椎骨動脈が起始部から造影さ

れないことを確認した (Fig. 2B)。前拡張を gateway 3.5mm × 15mm(Stryker, Kalamazoo, MI, USA)を用いて 6atm で 2 秒間拡張した。次に Express Vascular SD ステンント 6mm × 14mm(Boston, Scientific, Natick, MA, USA)を狭窄部位に誘導し、8atm で 2 秒間拡張した。バルーンを退縮させガイディングカテーテルより血液を吸引した。造影を行うと左鎖骨下動脈は良好に拡張され左椎骨動脈の血流も改善した (Fig. 2C)。用手的椎骨動脈圧迫時間は 2 分 10 秒であった。

術後神経放射線学的所見：術後の頭部 MRI では治療に起因する所見は認められなかった。

術後経過：術前に見られた左上肢の労作時の痺れ、ふらつきは改善し上肢の血圧は右 121/67mmHg、左 120/66mmHg と血圧の左右差も改善した。

「症例提示」(case2)

患者：70 代、男性

主訴：右上肢の冷感

既往歴：胃潰瘍、胃癌、前立腺癌、脂質異常症、慢性心房細動、狭心症

現病歴：右上肢の冷感を自覚し、近医を受診した。血圧の左右差を指摘され、同病院で MRI を施行された。右鎖骨下動脈高度狭窄を認め紹介となった。

入院時現症：意識は清明で、見当識は良好であった。右上肢に paresthesia を認めた。上肢の血圧は右 111/72mmHg、左 132/71mmHg であった。その他神経学的異常所見は認められなかった。

神経放射線学的所見：造影 computed tomography(CT)では右鎖骨下動脈起始部に石灰化を伴う高度狭窄病変を認めた。血管造影では、右椎骨動脈は順行性に描出されたが、左鎖骨下動脈撮影にて右椎骨動脈は左椎骨動脈より逆行性に描出される状態であった。

治療方針：右鎖骨下動脈狭窄による鎖骨下動脈盗血現象を認め、右上肢の虚血症状もあり鎖骨下動脈盗血症候群と判断した。狭心症、心房細動で治療前から抗血小板薬 1 剤及び抗凝固薬 1 剤を服薬していたが右上肢の冷感改善しないため症候性右鎖骨下動脈狭窄に対し血管内治療を行った。狭窄部位が総頸動脈分岐部に近く総頸動脈に対しても塞栓予防が必要と考えた。

血管内手術：全身麻酔下に右大腿動脈より 6Fr Roadmaster(Goodman Co. Ltd, Aichi, Japan)を右腕頭動脈まで誘導した。ここで Roadmaster から血管撮影を施行した(Fig. 3A)。次に右上腕動脈より 6Fr Destination(Terumo-Clinical Supply, Tokyo, Japan)を挿入し、右鎖骨下動脈狭窄遠位部まで誘導した。右鎖骨上窩を用手的に圧迫し右椎骨動脈が造影されないことを造影で確認した(Fig. 3B)。次に Destination より右鎖骨下動脈を逆行性に造影する際に右総頸動脈にデブリスが迷入することを防ぐため、balloon catheter Sterling 8mm × 40mm(Boston, Scientific, Natick, MA, USA)を右総頸動脈に誘導し、右総頸動脈の血流を遮断した(Fig. 3C)。そして、右鎖骨上窩を用手的に圧迫しながら Express Vascular SD ステント 6mm × 18mm を Destination より狭窄部に誘導した。問題なく最狭窄部に誘導することができたため前拡張は行わず、ステントのバルーンを 6atm で拡張した。ステントのバルーンを退縮させガイディングカテーテルより

血液を吸引し造影を行うと右鎖骨下動脈は良好に造影された。狭窄部は右鎖骨下動脈遠位径とほぼ同等の拡張が得られた。後拡張は右椎骨動脈の順行性で良好な血流を確認できたため実施しなかった。用手的椎骨動脈圧迫時間は2分30秒であった。

術後神経放射線学的所見：術後の頭部MRIでは治療に起因する異常所見は認めなかった。造影CTでは右鎖骨下動脈の良好な拡張が認められた。

術後経過：術前に見られた右上肢のparesthesiaは改善し、2ヶ月後には完全に消失した。

「症例提示」(case3)

患者：70代、女性

主訴：左上肢の痺れ

既往歴：筋緊張性頭痛、頸椎椎間板ヘルニア、頸部脊柱管狭窄症

現病歴：左上肢の痺れが認められ、超音波検査で381cm/secと左鎖骨下動脈の収縮期最高速度の著明な上昇から左鎖骨下動脈の高度狭窄が疑われ、精査加療目的で当院に入院となった。

入院時現症：意識は清明で、見当識は良好であった。左上肢の痺れが認められた。上肢の血圧は右137/62mmHg、左112/56mmHgであった。その他神経学的異常所見は認められなかった。

神経放射線学的所見：血管造影では、右椎骨動脈撮影にて左椎骨動脈は逆行性に描出された。

治療方針：すでに抗血小板薬はアスピリンを服用していたため、クロピドグレルを追加処方した。しかし、症状は軽減しないため症候性

高度左鎖骨下動脈狭窄症に対し血管内治療を行う方針となった。

血管内手術：全身麻酔下に右大腿動脈より 4Fr 診断用カテーテル (CX カテーテル, ガデリウスメディカル, 神奈川) を左鎖骨下動脈起始部に誘導し、血管撮影を行った。左椎骨動脈は起始部しか造影されなかった (Fig. 4A)。左上腕動脈から 6Fr Destination を左鎖骨下動脈狭窄部の遠位に誘導した。次に Express Vascular SD ステンント 7mm × 15mm を狭窄部位に誘導し、鎖骨上窩を用手的に圧迫し左椎骨動脈の血流を遮断しながら 8atm で拡張した。バルーンを退縮させガイディングカテーテルより血液を吸引した後に造影を行うと左鎖骨下動脈は良好に拡張され左椎骨動脈も順行性に描出された (Fig. 4B)。用手的椎骨動脈圧迫時間は 2 分 20 秒であった。

術後神経放射線学的所見：術後の頭部 MRI では治療に起因する異常所見は認められなかった。

術後経過：特に異常は無く、経過は良好であった。

考察

今回、我々は、鎖骨下動脈狭窄症に対する血管内治療において、鎖骨上窩にて椎骨動脈を用手的に圧迫することで遠位塞栓を予防する有用性を報告した。術後、全症例で新たな神経学的異常所見、MRI 画像での異常所見は認められなかった。この際、用手的圧迫の前後で確実に椎骨動脈の血流が遮断されていることを血管造影にて確認することが重要だと思われる。鎖骨下動脈狭窄症の血管内治療における遠位塞栓予防はバルーンによる塞栓予防の報告があるが未だ確立していない。バルーンによる塞栓予防では近位側に置く場合には動脈

の分岐部以外には利用しにくく若干煩雑で確実性がやや落ちるとされる¹⁴⁾。遠位側に置く場合には、バルーンのシャフトが狭窄部血管とステントの間に挟まり血管内膜が損傷するリスクもあるという報告もある¹⁴⁾。用手的椎骨動脈遮断ではそのようなリスクも負う必要なく塞栓の予防ができる。また、右鎖骨下動脈狭窄症の治療の際には総頸動脈、椎骨動脈の両方の塞栓予防をする必要とする場合もあるが技術的に困難である。そのような場合にも用手圧迫は容易に実行でき、多数のカテーテルを用いる必要もない。その他、鎖骨下動脈狭窄症の血管内治療においてバルーン付きガイディングカテーテルが遠位塞栓予防に有効であるが、手技が複雑になるという報告もある¹⁵⁾。用手圧迫はバルーン付きガイディングカテーテル程確実ではないが容易で簡易に実施することができる。

問題点は、圧迫している助手の被曝である。被曝量は最小限にすべきである。被曝量は透視時間、数回の撮影では約 50mGy の被曝があり、被曝量は確定的影響のしきい値までの線量に到達することはない。しかし、手の放射線防護具により被曝は最小に抑えるべきだと思われる。国際放射線委員会に基づき 1 回の手技で推定皮膚線量が 3Gy を超えた場合及び繰り返される手技では 1Gy を超えた場合には皮膚の照射部位と線量をカルテに記載する。また、3Gy 以上の場合、10～14 日後に追跡調査を行うようになっており、本手技による被曝も同対応が望まれる¹⁶⁾。また、今回は被曝予防止袋を使用しなかったが今後は被曝予防のため使用が検討される。

椎骨動脈の圧迫部位については、本手技において椎骨動脈を解剖学的に圧迫できるのは鎖骨上窩の横突孔に入る部位である。椎骨動

脈の入る横突孔のレベルは、C6が最も多く93%であり、C3、C4、C5、C7がそれぞれ0.2%、1.0%、5.0%、0.8%であり¹⁷⁾ C7の場合には圧迫できる部位が短く圧迫困難な場合も考えられる。また椎骨動脈の触知については鎖骨上窩の胸鎖乳突筋、前斜角筋などの筋肉の発達により困難な場合もある。他、大動脈起始の椎骨動脈は鎖骨下動脈起始に比べ動脈解離が多い¹⁸⁾とされており圧迫の際にも留意する必要がある。上記のように圧迫が困難、動脈解離のリスクを伴うような症例やプラークが広く存在し椎骨動脈に及ぶ症例では用手的圧迫は不向きであると思われる。

圧迫の力については血管造影で確認しながら椎骨動脈の血流を遮断できる必要最小限とすることが望ましい。強い圧迫は解離などのリスクもあると思われる。

圧迫により血流を遮断するタイミングについては遠位塞栓を起こす危険性が高くなる手技の際に必要となり、狭窄が高度である場合にはガイドワイヤーの狭窄部通過の前からが望ましいと思われる。高度狭窄所見を呈していない場合は、前拡張時から開始し、ステント留置後の後拡張までの血流遮断が望ましいと思われる。

本研究では椎骨動脈の用手的圧迫の適切な圧力の定量評価ができなかった。我々は、圧迫の力については血管造影で確認しながら椎骨動脈の血流を遮断できる必要最小限とすることが望ましく、強い圧迫は解離などのリスクもあると考えている。

用手圧迫の際、圧迫が盲端となって血栓が形成され、遠位塞栓が起こる危険性や上肢末梢への血栓飛散といった危険性も生じうると考えられる。本研究では疼痛、冷感、色調異常などの上肢の虚血症状を

呈した症例は認められなかったが、術後、上肢の虚血症状がある場合には造影 CT 等による評価を行うべきと考えられる。今回、全例、全身麻酔下で行ったが手技中、神経症状をモニターできなく局所麻酔での治療も検討される。また、症例が少数であり医学的に血栓症を減少させるという十分な根拠がなく、今後もこの手法を継続し評価する必要がある。

結語

椎骨動脈の用手的圧迫による遠位塞栓予防は簡易で、鎖骨下動脈の血管内治療に有用である。

Acknowledgment

The authors thank the administrative and staff for their dedication to sustainable process improvement and invaluable contributions to this research.

利益相反開示

筆頭著者及び共著者に利益相反はない。

参考文献

- 1) Claudio S, Hussein A, Safar F, et al: Subclavian carotid transposition and bypass grafting: Consecutive cohort study and systematic review. J Vasc Surg 2002; 35: 422-429.
- 2) Claudio R, Guillaume F, Julien G, et al: Open repair of vertebral

- artery: A 7-year single-center report. *Ann Vasc Surg* 2012; 26: 79-85.
- 3) Gayle S, Michael P, Michael D, et al: Vertebral artery stenting following percutaneous transluminal angioplasty. *J Neurosurg* 1996; 84: 883-887.
 - 4) Terada T, Tsuura M, Itakura T, et al: Endovascular Therapy for Atherosclerotic Vertebral and Subclavian Stenosis. *Jpn J Neurosurg(Tokyo)* 2002; 11:813-819.
 - 5) De Vries JP, Jager LC, Van den Berg JC, et al: Durability of percutaneous transluminal angioplasty for obstructive lesions of proximal subclavian artery: long-term results. *J Vasc Surg* 2005;41:19-23.
 - 6) Henry M, Henry I, Polydorou A, et al: Percutaneous transluminal angioplasty of the subclavian arteries. *Int Angiol* 2007; 26:324-40.
 - 7) Sixt S, Rastan A, Schwarzwälder U, et al: Results after balloon angioplasty or stenting of atherosclerotic subclavian artery obstruction. *Catheter Cardiovasc Interv* 2009; 73:395-403.
 - 8) Takeshita T, Hayashi K, So G, et al: Subclavian steal syndrome treated with balloon expandable stent; reports of two cases. *JNET* 2012; 6:202-208.
 - 9) Sadato A, Satow T, Ishii A, et al: Endovascular recanalization of subclavian artery occlusions. *Neurol Med Chir(Tokyo)* 2004; 44: 447-455.
 - 10) Ringelstein E, Zeumer H: Delayed reversal of vertebral artery blood following percutaneous transluminal angioplasty for subclavian steal

- syndrome. *Neuroradiology* 1984; 26: 189-198.
- 11) Nii K, Nakai K, Tsutsumi M, et al: A manual carotid compression technique to overcome difficult filter protection device retrieval during carotid artery stenting. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2014; 24: 210-214.
 - 12) Kai Y, Morioka M, Yano S, et al: External Manual Carotid Compression is Effective in Patients with Cavernous Sinus Dural Arteriovenous Fistulae. *Interv Neuroradiol* 2007; 13: 115-122.
 - 13) Yoshimura S, Enomoto Y, Kitajima H, et al: Carotid-compression Technique for the Insertion of Guiding Catheters. *Am J Neuroradiol AJNR* 2006; 27: 1710-1711.
 - 14) Nakahara I, Taki W, Tanaka M, et al: Protective balloon in percutaneous transluminal angioplasty for brachiocephalic arteries. *Jpn J Stroke* 1994; 16:256-264.
 - 15) Yamamoto T, Ohshima T, Ishikawa K, et al: Feasibility and Safety of Distal and Proximal Combined Endovascular Approach with a Balloon-Guiding Catheter for Subclavian Artery Total Occlusion. *World Neurosurgery* 2017; 100 : 709.e5-709.e9.
 - 16) Japan Isotope Association: Avoidance of radiation hazard in IVR. ICRP Publication 85, Japan, Japan Isotope Association, 2005.35-37.
 - 17) Bruneau M, Cornelius J, Marneffe V, et al: Anatomical variations of the V2 segment of the vertebral artery. *Neurosurgery [ONS suppl 1]* 2006; 59: ONS-20-ONS-24.
 - 18) M, Morikawa T, Nakajima H, et al: High incidence of arterial

dissection associated with left vertebral artery of aortic origin.
Neurol Med Chir(Tokyo) 2001; 41 : 8-12.

図表の説明

Figure 1

Location of manual compression for flow arrest in the vertebral artery.

Figure 2

A: Digital subtraction angiography (DSA) of the left subclavian artery showing subclavian artery stenosis.

B: DSA of the left subclavian artery showing blockage of the blood flow in the left vertebral artery created by manual compression.

C: Adequate dilation of the left subclavian artery was achieved after stent placement.

Figure 3

A: Digital subtraction angiography (DSA) showing right subclavian artery stenosis before stenting (arrow head).

B: DSA showing that blood flow in the right vertebral artery is blocked by manual compression (arrow).

C: Angiography showing the balloon used to block the right common carotid artery (open arrow).

Figure 4

A: Digital subtraction angiography (DSA) confirming stenosis of left

subclavian artery (arrow) and origin of left vertebral artery (open arrow).

B: DSA showing improved left vertebral artery visualization.



Figure 1

左椎骨動脈の血流遮断のため圧迫している部位の写真.



Figure 2

- A : 左鎖骨下動脈造影で高度狭窄所見あり.
- B : 左鎖骨下動脈造影で用手的圧迫により椎骨動脈の血流が遮断されている.
- C : ステント留置後の左鎖骨下動脈造影で良好に拡張している.

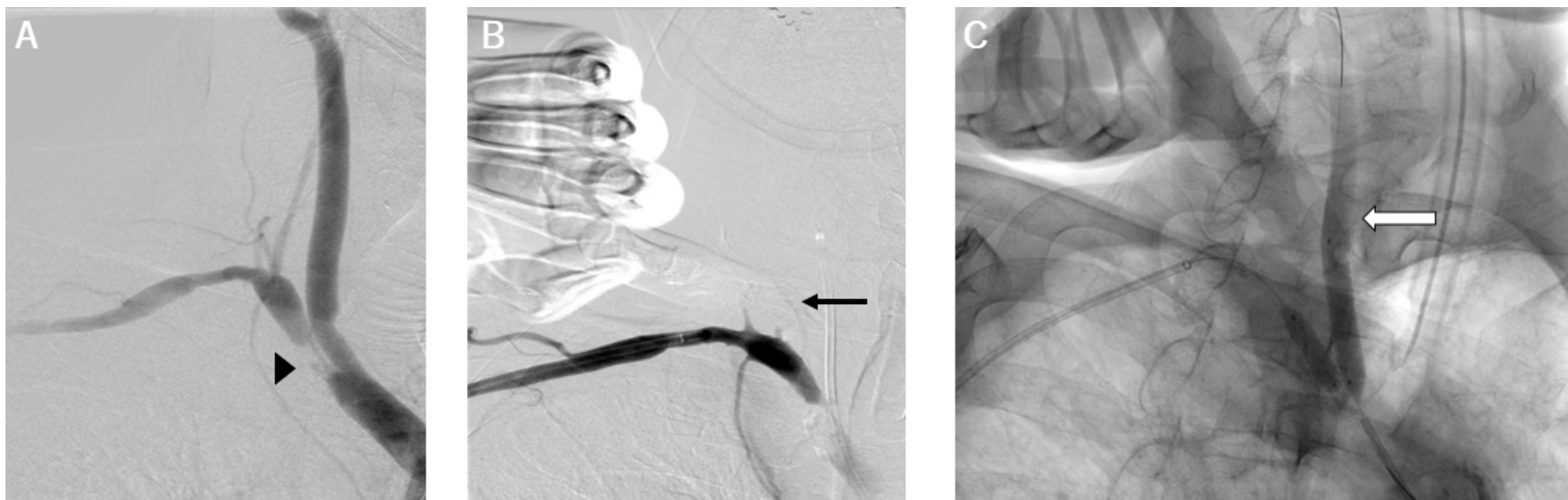


Figure 3

- A : ステント留置前の右鎖骨下動脈狭窄を示す血管撮影の画像. (矢頭)
- B : 用手的圧迫により右椎骨動脈の血流が遮断されている血管造影の画像. (黒矢印)
- C : 右総頸動脈の血流をballoonにより血流を遮断している血管造影の画像. (白矢印)

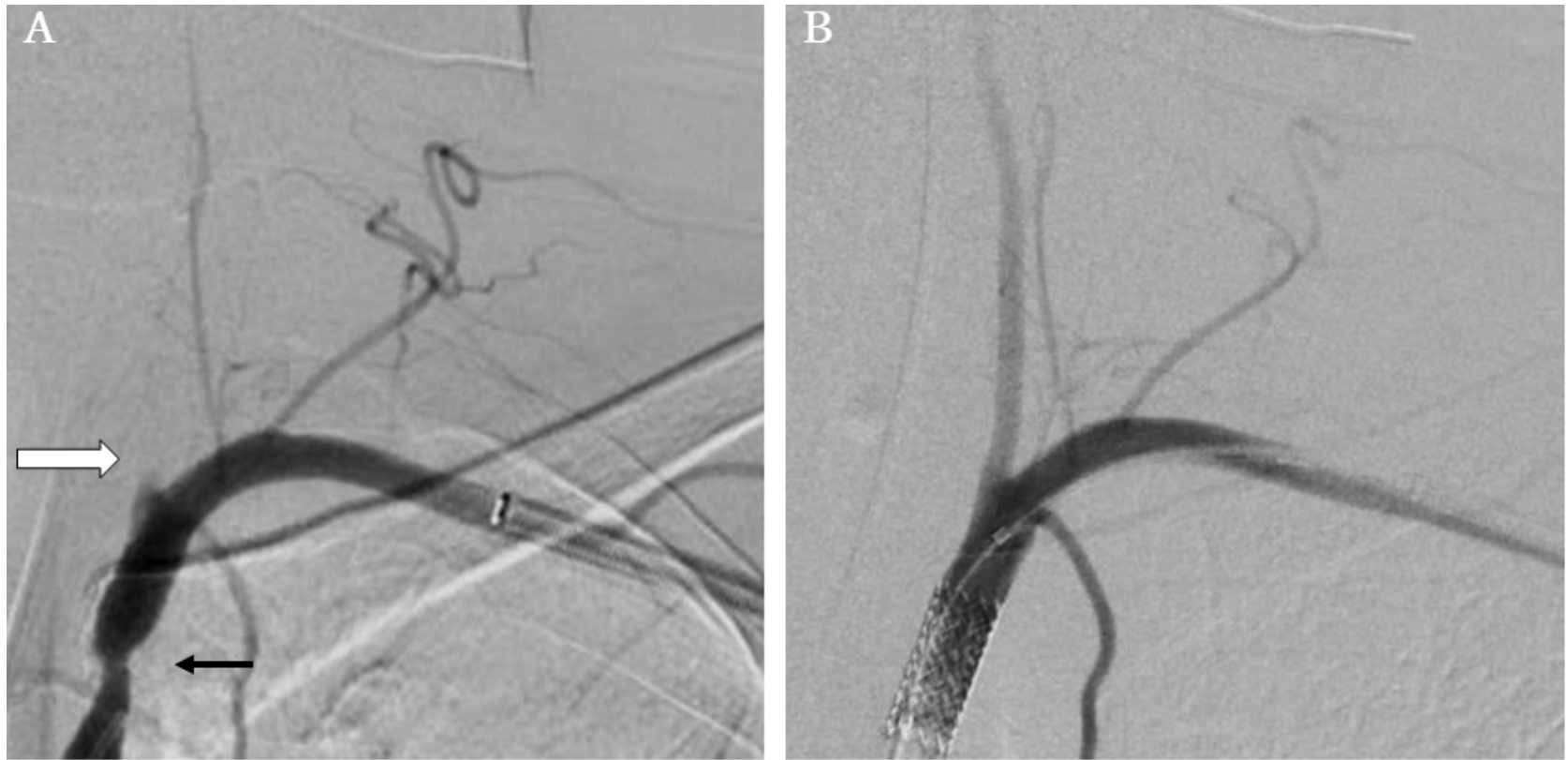


Figure 4

A：左鎖骨下動脈撮影により狭窄部位(黒矢印)、左椎骨動脈の起始部(白矢印)を確認している画像.

B：左椎骨動脈の順行性の血流が改善している血管撮影の画像.