オープンステントグラフトで右鎖骨下動脈起始異常を処理し得た 弓部大動脈置換術の2例

鷹合 真太郎* 加藤 寛城* 上田 秀保* 野 宏 成*
山本 宜孝* 飯野 賢治* 木村 圭一* 竹村 博文*

オープンステントグラフトで右鎖骨下動脈起始異常 (aberrant right subclavian artery, ARSA) を処理し得た弓部置換術の2例を経験したので報告する。症例1は弓部大動脈瘤にARSAを合併していた。食道後方経路でのARSA再建は困難と考え、胸部正中切開での弓部大動脈置換術を施行し、オープンステントグラフトにてARSA起始部を閉鎖した。右腋窩動脈の血行再建として非解剖学的バイパスを追加した。症例2はStanford A型急性大動脈解離にARSAを合併していた。Primary entryはARSA起始部近傍にあり、オープンステントグラフトにてARSA起始部閉鎖とprimary entry閉鎖を行い、弓部大動脈置換術を施行した。右腋窩動脈の血行再建として非解剖学的バイパスを追加した。2例とも食道との交差部を避けて、ARSA近位部への血管内塞栓術も同時に行い、ARSA起始部への逆行性血流を制御した。術後経過は良好であった。本法はARSAを伴う症例に対しても、胸骨正中切開による弓部大動脈置換術でのアプローチで施行可能であり、有用な術式と考えられた。日心外会誌48巻3号:210-214 (2019)

キーワード: 右鎖骨下動脈起始異常; オープンステントグラフト

Total Arch Replacement with Open Stent Grafting for Aberrant Right Subclavian Artery in Two Cases

Shintaro Takago*, Hiroki Kato*, Hideyasu Ueda*, Hironari No*, Yoshitaka Yamamoto*, Kenji Iino*, Keiichi Kimura* and Hirofumi Takemura* (Thoracic, Cardiovascular and General Surgery, Kanazawa University*, Kanazawa, Japan)

We report two cases of total arch replacement with open stent graft for the aberrant right subclavian artery (ARSA). Case 1 was a thoracic artery aneurysm with an ARSA. We thought it would be difficult to perform *in-situ* reconstruction of ARSA via median sternotomy, so we performed total arch replacement with the open stent-grafting technique. Therefore the right axillary artery was reconstructed by extra-anatomical bypass and coil embolization of the ARSA proximal to the vertebral artery to achieve complete thrombosis of the ARSA. The postoperative course was uneventful. Case 2 was a Stanford type A acute aortic dissection involving an ARSA with the entry located near the ARSA. Total arch replacement was performed using the open stent-grafting technique to close the entry site and origin of the ARSA. Then the right axillary artery was reconstructed by extra-anatomical bypass and coil embolization of the ARSA. The postoperative course was uneventful. The open stent-grafting technique might be an effective alternative management of thoracic aortic disease with ARSA. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 48: 210-214 (2019)

Keywords: aberrant right subclavian artery; open stent grafting technique

右鎖骨下動脈起始異常 (aberrant right subclavian artery, 以下ARSA) は、左鎖骨下動脈遠位で右鎖骨下動脈が起始する比較的稀な先天異常で、その発生頻度は0.48%と報告されている¹⁾。食道後方経路でのARSA再建は術野深部での手術操作が必要であり、ARSAを合併した胸部大動脈瘤や急性大動脈解離に対しては、後側方切開での人工

血管置換術などの報告例がある^{2,3)}。今回、ARSA合併例において、オープンステントグラフトを用いた弓部大動脈置換術を行い、良好な結果を得たので報告する。

症 例

症例1: 61歳、男性。

2018年9月4日受付, 2019年1月31日採用
Corresponding author: Shintaro Takago
Thoracic, Cardiovascular and General Surgery, Kanazawa University, Kanazawa, Japan
E-mail: shintaro-takago@live.jp
*金沢大学附属病院先進総合外科
〒920-8641 金沢市宝町13-1

本研究において一切の利益相反や研究資金の提供はない。
None of the authors of this manuscript has any financial or personal relationship with other people or organizations that could inappropriately influence their work.

Fig. 1

Images in case 1. (a, b) Enhanced CT showed aberrant right subclavian artery (arrow) and thoracic aortic aneurysm. RCCA (right common carotid artery), LCCA (left common carotid artery), LSCA (left subclavian artery). (c) The aneurysm started distal to the left subclavian artery. The proximal landing zone, which involved the proximal descending thoracic aorta distal to the left subclavian artery, was 3 mm. The proximal landing zone, which involved the aortic arch between the left common carotid artery and the left subclavian artery, was 18 mm. (d) Intraoperative angiography showed that aberrant right subclavian artery halted at the Amplatzer vascular plug II (arrow) and vertebral artery was patency (arrow head).

既往歴：脳梗塞，高血圧症，糖尿病。

現病歴：3年前より胸部大動脈嚢状瘤と診断し経過観察していたが，増大傾向を認め手術適応と判断した。

術前 CT 検査所見：遠位弓部に腹側へ突出する嚢状瘤，突出長 47 mm を認めた。弓部分枝は右総頸動脈，左総頸動脈，左鎖骨下動脈の順に分岐し，ARSA は左鎖骨下動脈分岐部遠位から起始し，気管・食道の背側を横走り右腋窩動脈へと続いていた (Fig. 1a, b, c)。

治療方針：ARSA は気管・食道の背側を走行しており食道後方経路での再建は困難と判断した。弓部大動脈置換術の際にオープンス Tent グラフトを用い，ARSA 起始部を閉鎖し，右腋窩動脈へは非解剖学的ルートにて血行再建する方針とした。

手術所見：ハイブリッド手術室にて手術を施行した。右腋窩動脈に人工血管を吻合し，体外循環中は送血路として，離脱後はバイパスに使用する方針とした。右鎖骨下切開にて，右腋窩動脈を露出し 8 mm 人工血管 (Hema-

shield Platinum®) を端側吻合し，送血回路に接続した。また，左鎖骨下切開にて左腋窩動脈も露出し 14Fr カニューレ (東洋紡 NSH ヘパリン化カニューレ®) を挿入した。つづいて，胸骨正中切開にてアプローチし，両腋窩動脈送血，上下大静脈脱血にて体外循環を確立し，深部体温 28°C で循環停止とした。大動脈を切開し左右総頸動脈に 12Fr 中心循環系閉塞術用血管内カテーテル (循環カニューレ®) を挿入し，左腋窩動脈からの送血を含めた 3 分枝送血による選択的脳灌流を開始した。ARSA は遮断不能のため右腋窩動脈への送血は停止した。大動脈内腔を観察したところ，左鎖骨下動脈起始部までは直視下に観察されたが，ARSA 起始部の観察は困難であった。左総頸動脈-左鎖骨下動脈間で大動脈を離断し，オープンス Tent グラフト (J Graft Open Stent Graft®) 35 mm×9 cm を挿入した。大動脈の内側は挿入したオープンス Tent グラフト，外側はフェルトを巻いて断端形成した。断端形成した大動脈を 4 分枝付人工血管 (Gelweave Lupiae®) 26 mm と

Fig. 2

Images in case 2. (a) Enhanced CT showed aberrant right subclavian artery (arrow) and the primary entry of thoracic aortic dissection (arrow head). (b) Intraoperative angiography showed that aberrant right subclavian artery halted at the Amplatzer vascular plug II (arrow) and vertebral artery was patency (arrow head). (c) Postoperative three-dimensional CT scan. (A, B) Preoperative enhanced CT showed the false lumen of the aorta (A). Postoperative enhanced CT of 1 month after operation showed disappearance of aberrant right subclavian artery and false lumen (B).

端々吻合した。その後、人工血管側枝から下半身送血を開始した。左鎖骨下動脈、左総頸動脈、右総頸動脈を順に再建し、上行大動脈と Lupiae® との中樞側吻合後に遮断解除したところ、自己心拍が再開した。右腋窩動脈に吻合した 8 mm 人工血管への送血を停止し、胸壁を通して縦隔内に導き、Lupiae® の側枝基部に端側吻合し非解剖学的再建を行った。人工心肺離脱後に右腋窩動脈から 6Fr ガイディングシース (Destination®) を導入し、右鎖骨下動脈近位、食道との交差する部分を避けるように、末梢血管塞栓デバイス (AMPLATZER Vascular Plug II®) 14 mm を留置した。最終造影にて右椎骨動脈の順行性血流が温存され、ARSA 内の血流が消失したことを確認した (Fig. 1d)。選択的脳灌流時間 99 分、循環停止時間 62 分、大動脈遮断時間 170 分、体外循環時間 257 分、手術時間 8 時間 23 分であった。

術後経過：術後経過は良好で、術後 34 病日に独歩退院した。腎機能障害のため単純 CT での画像診断を行ってい

るが、術後 2 年経過した現在、動脈瘤の増大は認めていない。

症例 2：65 歳、女性。

既往歴：特記事項なし。

現病歴：突然の背部痛を自覚し、近医にて Stanford A 型急性大動脈解離と診断され、当院へ救急搬送された。

術前心臓超音波検査：大動脈弁閉鎖不全なし。心嚢液の貯留なし。心臓の壁運動異常なし。

術前 CT 検査所見：弓部分枝は右総頸動脈、左総頸動脈、左鎖骨下動脈の順に分岐し、ARSA は左鎖骨下動脈分岐部遠位から起始し、気管・食道の背側を横走していた。上行大動脈から大動脈分岐部まで解離を認め、上行大動脈径は 51 mm (偽腔径 32 mm)、下行大動脈径 27 mm であった。Primary entry は ARSA 起始部近傍と考えられた (Fig. 2a)。

治療方針：primary entry は ARSA 起始部近傍であり、

人工血管置換術による entry 切除は困難と判断し、オープンステントによる primary entry 閉鎖を行い、右腋窩動脈への血行再建については症例1と同様の方針とした。

手術所見：ハイブリッド手術室にて手術を施行した。送血路確保のため両側鎖骨下を切開し左右腋窩動脈を、また兎径部で右大腿動脈を露出した。右腋窩動脈には8 mm 人工血管 (Hemashield Platinum[®]) を端側吻合したが、解離が及んでおり脆弱だったため、送血は行わなかった。胸骨正中切開にてアプローチし、左腋窩動脈・右大腿動脈送血、上下大静脈脱血にて体外循環を確立し、深部体温28℃で循環停止とした。大動脈を切開し左右総頸動脈に12Fr 中心循環系閉塞術用血管内カテーテル (循環カニューレ[®]) を挿入し、左腋窩動脈からの送血を含めた3分枝送血による選択的脳灌流を開始した。大動脈内腔を観察したところ、ARSA 入口部からの血液逆流のため視野が確保できず、4Fr 血栓除去用カテーテル (LeMaitre[®] Single Lumen) を ARSA に挿入した。左総頸動脈-左鎖骨下動脈間で大動脈を離断し、ARSA に挿入していた4Fr 血栓除去用カテーテルを抜去し、オープンステントグラフト (J Graft Open Stent Graft[®]) 27 mm×9 cm を挿入した。大動脈の内側は挿入したオープンステントグラフト、外側はフェルトを巻いて断端形成した。断端形成した大動脈を4分枝付人工血管 (Gelweave Lupiae[®]) 26 mm と端々吻合し、人工血管側枝からの下半身送血を開始した。左鎖骨下動脈を再建し、上行大動脈と Lupiae[®] との中枢側吻合後に遮断解除したところ、自己心拍が再開した。その後、左総頸動脈、右総頸動脈を順に再建した。右腋窩動脈に吻合した8 mm 人工血管への送血を停止し、胸壁を通して縦隔内に導き、Lupiae[®] の側枝基部に端側吻合し非解剖学的再建を行った。人工心肺離脱後に右腋窩動脈から5Fr ガイディングシース (Destination[®]) を導入し、右鎖骨下動脈近位、食道との交差する部分を避けるように、末梢血管塞栓デバイス (AMPLATZER Vascular Plug II[®]) 12 mm を留置した。最終造影にて右椎骨動脈の順行性血流が温存され、ARSA 内の血流が消失したことを確認した (Fig. 2b)。選択的脳灌流時間127分、循環停止時間51分、大動脈遮断時間115分、体外循環時間205分、手術時間7時間34分であった。

術後経過：術後経過は良好で、術後35病日に独歩退院した。退院時のCT評価では、ARSA 起始部は血栓閉塞し、胸部下行大動脈の偽腔は血栓化し、良好なりモデリングが得られていた (Fig. 2c, A, B)。

考 察

右鎖骨下動脈起始異常 (ARSA) は先天性の弓部分枝異常で、無症状で発見されにくく、頻度は男性で0.36%、女

性で0.62%、全体で0.48%と報告されている¹⁾。

多くの例では右鎖骨下動脈が遠位弓部大動脈や下行大動脈から起始し、食道や気管の背側を横走り腋窩動脈へ至る。その起始部が瘤化した Kommerell 憩室に対する外科治療や大動脈解離を合併した例も報告されている²⁻⁴⁾。ARSA の食道後方経路での再建法としては、後側方切開や胸部正中切開での人工血管置換術があげられるが、いずれも術野深部での手術操作が必要となり、反回神経麻痺やリンパ瘻²⁾、食道圧迫による嚥下障害・食道潰瘍⁵⁾などが報告されている。

術式の選択については、症例1の胸部大動脈瘤に対するTEVARを検討した場合、左鎖骨下動脈をdebranchingしても中枢側ランディングゾーンは18 mmしか確保できず、左右総頸動脈が共通幹であったことから、total debranchingが必要であると考えられた (Fig. 1c)。しかし、症例1は比較的若年であるため、また、症例2は上行大動脈から弓部分枝に解離が及んでおり、debranching TEVARは選択しなかった。

ARSA の再建法については、後側方切開、第4肋間開胸からの体外循環・超低体温循環停止を補助手段とした食道後方経路による人工血管置換術が報告されている²⁾。Otaら⁶⁾の報告では、ARSA を伴う Kommerell 憩室に対する手術6例のうち、後側方切開にてアプローチしたものが5例、残る1例は胸骨正中切開によるアプローチで弓部大動脈置換術を施行したが、ARSA 再建は肋間開胸を追加しており、胸骨正中切開からのアプローチのみでは視野確保が困難と考えられる。また、ARSA を観察することすら不可能な場合もある⁴⁾。胸骨正中切開での ARSA 再建として、気管右縁を剥離し、同部位での ARSA を再建した報告も散見されるが、術野深部での手術操作が必要となる⁷⁾。

今回、われわれは弓部置換術を標準的なアプローチ法である胸骨正中切開での人工血管置換術を行い、ARSA に対しては食道後方経路による再建術を行わず、オープンステントグラフトによる ARSA 起始部閉鎖 (症例2では primary entry 閉鎖も兼ねて)、右腋窩動脈への非解剖学的経路での血行再建術を選択した。また、ステントグラフトによる ARSA 起始部閉鎖に際しては、右腋窩動脈へのバイパスからの逆行性血流の残存によるステントグラフト内挿後のII型エンドリークの出現や、ARSA そのものが将来的に瘤化することが懸念されたため^{8,9)}、バイパス中枢側での ARSA に対する血管内塞栓術を追加した。塞栓術を行うにあたっては、食道は周囲からの圧迫に対して脆弱であるため、ARSA を合併していた場合は、経食道心エコーや胃管といった食道内異物による内側からの圧迫、ARSA による外側からの圧迫により食道潰瘍・出血を来した報告があり^{10,11)}、また右椎骨動脈への順行性血流を温存すること

も考慮する必要もあるため、食道と交差する部分の末梢から椎骨動脈分岐部中枢に塞栓物を留置する方針とした。白川らは¹²⁾、同様の術式に対して二期的にコイル塞栓術を追加しているが、われわれはハイブリッド手術室を使用し、露出した右腋窩動脈を穿刺することで、一期的に塞栓術を行い ARSA への逆行性血流を制御することが可能であった。

当手術では、オープンステントグラフトを用いるため、対麻痺のリスクにも十分注意しておく必要があった。対麻痺予防としては、椎骨動脈、内胸動脈、内腸骨動脈といった脊髄動脈への側副血行路の血流維持が重要と考えられている。症例 1 は術野の確保のため、症例 2 は ARSA に解離が及んでいたため、右腋窩動脈からの送血は行わなかったが、循環停止直後にオープンステントグラフトを挿入し ARSA 入口部を閉鎖し、脳循環・右椎骨動脈の灌流圧維持に努めた。また、Th 9 以遠にステントグラフト末梢端を位置させた場合、対麻痺のリスクが高くなるとされているため¹³⁾、術前 CT の計測を基にステントグラフト長・挿入位置を決めることで、ステントグラフト末梢端を症例 1 では Th 6、症例 2 では Th 5 に留置し、術後対麻痺を認めなかった。

結 語

右鎖骨下動脈起始異常を伴った症例に対して、オープンステントグラフトを用いた弓部置換術を行い、良好な結果を得たので報告した。本術式は、ステントグラフトによる ARSA 起始部閉鎖と塞栓術、腋窩動脈への非解剖学的血行再建術を行うことで、通常の弓部置換術によるアプローチで対応可能であり、有効な手段の 1 つと考えられた。

文 献

- 1) Suzuki M, Matsui O, Takamura A et al. Evaluation of the frequency of aberrant right subclavian artery by multidetec-

- tor CT. *Jpn Res Soc Clin Anat* 2008 ; 8 : 14-5.
- 2) Kanda H, Moriyama Y, Imoto Y et al. Surgical treatment of Kommerell diverticulum and the aberrant subclavian artery : four case reports. *Jpn J Cardiovasc Surg* 2017 ; 46 : 173-6.
- 3) Hattori S, Yunoki K, Sakoda N et al. Total arch and descending aortic replacement for a Kommerell diverticulum and right-sided aortic arch with aberrant left subclavian artery. *Jpn J Cardiovasc Surg* 2015 ; 44 : 279-82.
- 4) Takahashi G, Oda K, Takaya H et al. Acute type A aortic dissection with an aberrant right subclavian artery successfully treated by a staged aortic arch replacement and thoracic endovascular aortic repair. *Jpn J Vasc Surg* 2017 ; 26 : 251-4.
- 5) Hattori R, Okita Y, Ando M et al. Surgical treatment for aortic arch aneurysm complicated with aberrant right subclavian artery. *Jpn J Cardiovasc Surg* 1999 ; 28 : 306-11.
- 6) Ota T, Okada K, Takanashi S et al. Surgical treatment for Kommerell's diverticulum. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006 ; 131 : 574-8.
- 7) Kanamitsu H, Yoshitaka H, Kuinose M et al. Aortic arch replacement for thoracic aortic aneurysm combined with aberrant right subclavian artery : two case reports. *Jpn J Cardiovasc Surg* 2007 ; 36 : 88-91.
- 8) Leone A, Pantaleo A, Pacini D et al. Single-stage frozen elephant trunk reconstruction in complex disease of the aortic arch with aberrant right subclavian artery. *J Card Surg* 2014 ; 29 : 234-7.
- 9) Komooka M, Higashiue S, Kuroyanagi S et al. Hybrid endovascular repair for an arch aneurysm combined with aberrant right subclavian artery. *Ann Vasc Dis* 2015 ; 8 : 59-61.
- 10) Suzuki S, Omori K, Kimura Y et al. Esophageal injury after insertion of a transesophageal echocardiography probe in a patient with an aberrant right subclavian artery. *Masui* 2012 ; 61 : 93-5.
- 11) Sugimura H, Nakajima H, Iwai J et al. Survival after aberrant right subclavian arterioesophageal fistula : a case report. *J Jpn Soc Intensive Care Med* 2016 ; 23 : 57-8.
- 12) Shirakawa Y, Kin K, Watanabe Y et al. Open stent grafting for Stanford type A acute aortic dissection originating from an aberrant right subclavian artery. *Jpn J Cardiovasc Surg* 2017 ; 46 : 29-34.
- 13) Katayama K, Uchida N, Katayama A et al. Multiple factors predict the risk of spinal cord injury after the frozen elephant trunk technique for extended thoracic aortic disease. *Eur J Cardiothorac Surg* 2015 ; 47 : 616-20.