症例報告

静脈高血圧症の PTA における pressure wire™ の使用経験例

樋口 輝美¹ 水野 真理¹ 山崎 俊男¹ 大川 恵里奈¹
 上田 寛朗² 山道 慎也² 高崎 智也² 榎本 伸一²
 石川 由美子² 志村 暁人³ 宇田川 直樹³ 大畑 響之³
 知久 正明⁴ 齋藤 穎⁴ 安藤 英之⁴
 博鳳会敬愛病院腎臓内科¹ 同臨床工学科² 同放射線科³ 同循環器内科⁴

キーワード：経皮的血管形成術（PTA），pressure wire™ ステント留置術，静脈高血圧症，腕頭静脈狭窄
 〈要旨〉

症例は 62 歳の男性。慢性糸球体腎炎による慢性腎不全にて 2001 年より血液透析導入され、その後何回かの内シャント術を施行されていた。2008 年に作製されていた人工血管による内シャントで透析を施行中であったが、2010 年 2 月頃よりシャント肢の著しい腫脹を認め、腕頭静脈狭窄症に対し PTA を（wall stent 留置）していた。しかし左上肢腫脹は改善せず、静脈高血圧症の原因が左腕頭静脈に狭窄病変以外にも責任病変が存在する可能性があると考え、再度、血管造影のほか pressure wire™ を使用し PTA を施行した。血管造影上、左腕頭静脈において以前のステント留置部の末梢側に約 20 mm の 90% 狭窄を認め、また pressure wire™ にて、上大静脈（SVC）8 mmHg、腕頭静脈狭窄部の末梢側で 53 mmHg と圧の上昇を認めた。その後バルーン angioplasty のほか wall stent を留置し、血管造影上では良好な拡張が得られた。また pressure wire™ による観察では、SVC の圧は変化せず、狭窄部にステント留置した病変部の末梢側では PTA 前の 53 mmHg から 11 mmHg へと低下した。その他血管造影上、人工血管から尺側皮静脈に逆向性の血流を認め、静脈の側副血行路の増生も認めたが、吻合部付近の狭窄病変ははっきりしなかった。pressure wire™ では人工血管と尺側皮静脈の吻合部周辺で 86 mmHg と異常な高値を認めた。pressure wire™ 上、人工血管と尺側皮静脈吻合部近傍にも病変が疑われ、静脈高血圧症の責任病変は 2 箇所あることが推測され、同部位にバルーン angioplasty と stent 留置による PTA を施行した。血管造影上、尺側皮静脈への逆向性の血流はなくなり、側副血行路も消失した。pressure wire™ でも人工血管吻合部側の病変部の圧は PTA 前の 86 mmHg から 12 mmHg へと低下した。その後数日の間に上腕の腫脹はほぼ消失した。このことから複雑な静脈高血圧症に対する PTA 施行時の際に pressure wire™ は補助的診断のデバイスになり得ると思われた。

An experience of using pressure wire™ in the treatment of PTA in cases of venous hypertension

Terumi Higuchi¹, Mari Mizuno¹, Toshio Yamazaki¹, Erina Okawa¹, Hiroaki Ueda², Shinya Yamamichi², Tomoya Takasaki², Shinichi Enomoto², Yumiko Ishikawa², Akito Shimura³, Naoki Udagawa³, Hiroyuki Ohata³, Masaaki Chiku⁴, Satoshi Saito⁴ and Hideyuki Ando⁴
 Division of Nephrology, Keiai Hospital¹; Division of Clinical Engineering, Keiai Hospital²; Division of Radiology, Keiai Hospital³; Division of Cardiology, Keiai Hospital⁴

Key words : percutaneous transluminal angioplasty, pressure wire™, stent placement, venous hypertension, brachiocephalic vein stenosis

〈Abstract〉

A 62-year-old male patient began to receive hemodialysis due to end-stage renal disease in the presence of chronic glomerulonephritis and arteriovenous fistula (AVF) and an arteriovenous graft (AVG) was frequently established by the obstruction of these. The last AVG was established in the left upperarm in 2008 and swelling of the left upper limb appeared around February 2010. Therefore, we performed percutaneous transluminal

樋口 輝美 博鳳会敬愛病院腎臓内科 〒173-0036 東京都板橋区向原 3-10-23

Terumi Higuchi Tel : 03-3973-3811 Fax : 03-3530-3030 E-mail : thiguchi@keiai-hospital.jp

〔受付日：2012 年 1 月 24 日，受理日：2012 年 3 月 5 日〕

angioplasty (PTA) with balloon angioplasty and stent placement for the stenotic brachiocephalic vein. Left upper extremity swelling did not improve ; however, we believe that there is a potential for another lesion in addition to lesions in the left brachiocephalic vein stenosis as a cause of venous hypertension. We again performed PTA with angiography using the pressure wireTM. Angiography demonstrated 90% stenosis of the length of the distal approximately 20 mm prior to stenting in the left brachiocephalic vein. The pressure wireTM also demonstrated 8 mmHg at the superior vena cava (SVC), an increase in pressure and 53 mmHg on the distal side of the brachiocephalic vein stenosis. Therefore, PTA with balloon angioplasty and stent placement was performed and angiography was obtained with a good extension. In addition, regarding the observations with pressure wireTM, the pressure of SVC did not change and the pressure of the distal side of the brachiocephalic vein stenosis was reduced from 53 to 11 mmHg before the PTA. In addition, angiography demonstrated that the stenotic lesion is unclear near the anastomosis at the graft and basilic vein, and the blood is flowing into the basilic vein retrogradely from the graft, with the proliferation of vessel collaterals. Concerning observations with the pressure wireTM, the pressure near the anastomosis of the graft and basilic veins was high, at 86 mmHg. The pressure wireTM also suggests lesions in the vicinity of the anastomosis graft and basilic vein responsible for venous hypertension, and it has been assumed that there are two lesions ; therefore, we performed PTA with balloon angioplasty stenting at the same site. Angiography demonstrated the disappearance of reflux into the basilic and collateral veins. Using pressure wireTM, the pressure of stenosis of the anastomosis graft and basilic vein was reduced from 86 to 12 mmHg after the PTA. Thereafter, swelling of the upper arm during the next few days had almost disappeared after PTA. The pressure wireTM was thought to be a diagnostic device that could aid in the enforcement of a difficult PTA.

緒 言

近年、透析患者のシャント狭窄および閉塞に対する治療である経皮的血管形成術 (percutaneous transluminal angioplasty : PTA) が一般的になっている。vascular access (VA) の維持は血液透析患者にとってライフラインである。VA の合併症は多岐にわたるが、なかでも中心静脈の閉塞、狭窄に伴う静脈高血圧症は深刻な合併症の一つである。これらに対する PTA は Glanz ら¹⁾によって報告されて以来、その有用性が数多く報告されている²⁻⁶⁾。

一方、pressure wireTMは主に冠動脈の intervention の際に圧ガイドワイヤーを用い、虚血性心疾患の治療施行の際にエンドポイントを判定しうるデバイスであり、その有用性が報告されている⁷⁻⁹⁾。今回われわれは補助的デバイスである pressure wireTMを使用し、静脈高血圧症の責任病変が2箇所存在することが確認でき、PTA が奏功した症例を経験したので報告する。

I. 症例提示

症例：62歳、男性。

主訴：左上肢の腫脹。

家族歴：特記すべきことなし。

既往歴：38歳時胃潰瘍にて胃切除術施行。

現病歴：慢性糸球体腎炎による慢性腎不全にて2001

年3月血液透析導入された。その後当院にて週3回、1回4時間の維持血液透析をうけていた。しかしこれまでに頻回な内シャントトラブルにて4回の人工血管による内シャント (arterio venous graft : AVG) を作製していた。最後の AVG 作製は2008年4月で、左上肢の上腕動脈-尺側皮静脈に polytetrafluoroethylene (PTFE) graft を留置した。その後2010年2月頃より次第に左上肢の腫脹が認められ、静脈高血圧症の診断の疑いにて血管造影を施行した。左腕頭静脈に高度狭窄病変を認め、2010年4月にバルーン angioplasty とステント留置術による PTA を施行したが、左上肢の腫脹の著明な改善は認めなかった。腫脹の原因となる責任病変が腕頭静脈の狭窄のみではないことが推測され、pressure wireTMを使用し PTA 施行となった。

II. 経 過

左上肢腫脹の静脈圧高血圧症の原因が左腕頭静脈に狭窄病変以外にも責任病変が存在する可能性があると考え、2010年6月血管造影のほか pressure wireTMを使用し、PTA を施行した。血管造影上、左腕頭静脈において以前のステント留置部の末梢側に約20mmの90%狭窄を認めた (図1-1)。また pressure wireTMにて、上大静脈 (superior vena cava : SVC) 8 mmHg、腕頭静脈狭窄部 53 mmHg と腕頭静脈の狭窄部で圧の上昇を認めた (図1-2, 3)。一方、PTA においては以

図 1 1 : The angiogram shows the severe stenosis of the length of 20 mm in the left brachiocephalic vein. Black arrow indicates superior vena cava (SVC), and white arrow indicates at the distal side of the severe lesion.
 2 : The pressure waveform of pressure wireTM shows superior vena cava (SVC) in corresponding to black arrow of angiogram, and the mean pressure was shown 8 mmHg.
 3 : The pressure waveform of pressure wireTM shows the distal side of the severe stenosis in the left brachiocephalic vein in corresponding to white arrow of angiogram, and the mean pressure was shown 53 mmHg.

下のごとく行った。左上腕の人工血管の内シャントより長さ 3 cm の 6 Fr. シースを挿入後、ヘパリン 1,000 単位使用し、10 mm 径で長さ 40 mm の Sterling[®] balloon catheter (Boston Scientific, MA, USA) でバルーン拡張を行い、その後 10 mm 径で長さ 39 mm の Wallstent[®] (Boston Scientific, MA, USA) を留置した。さらに上記のバルーンカテーテルにて追加拡張を行った。PTA 後の血管造影では腕頭静脈の狭窄部は十分に拡張された (図 2-1)。また pressure wireTM による観察では、SVC の圧は変化せず、病変部にステント留置した所では PTA 前の 53 mmHg から 11 mmHg へと低下した (図 2-2, 3)。また、血管造影上、人工血管から尺側皮静脈に逆向性の血流を認め、静脈の側副血行路の増生も認めたが、吻合部付近の狭窄病変ははっきりしなかった (図 3-1)。pressure wireTM では人工血管と尺側皮静脈の吻合部の中核側では、12 mmHg であったが吻合部周辺では 86 mmHg と異常な高値を認めた (図 3-2, 3)。pressure wireTM と血管造影による尺側非常脈への逆流と側副血行路の発達を合わせ、人工血管と尺側皮静脈吻合部近傍にも病変が疑われた。今回の症例の静脈高血圧症の責任病変は 2 箇所あることが推測され、同部位に balloon angioplasty と stent 留置による PTA を施行した。8 mm 径で長さ

40 mm の Sterling[®] balloon catheter (Boston Scientific, MA, USA) でバルーン拡張を行い、その後 8 mm 径で長さ 39 mm の Wallstent[®] (Boston Scientific, MA, USA) を留置し、上記のバルーンカテーテルにて追加拡張を行った。血管造影上、尺側皮静脈への逆向性の血流はなくなり、側副血行路も消失した (図 4-1)。pressure wireTM でも人工血管吻合部中核側の尺側皮静脈は 8 mmHg であったが、吻合部病変部と思われる場所の圧は PTA 前の 86 mmHg から 12 mmHg へと低下した (図 4-2, 3)。その後数日の間に上腕の腫脹はほぼ消失した。以上のことから複雑な静脈高血圧症に対する PTA 施行時の際には pressure wireTM は補助的診断のデバイスになり得ると思われた。

Ⅲ. 考 察

血液透析患者の内シャント合併症として静脈高血圧症があげられる。静脈高血圧症は静脈狭窄・閉塞部の末梢側の四肢に腫脹、浮腫、発赤、疼痛などが出現する病態であり、その一つに鎖骨下静脈、腕頭静脈などの中心静脈の狭窄・閉塞がある。中心静脈の狭窄あるいは閉塞の発生頻度についての報告では、報告者によって異なるが、血管造影上 8% から 40% と比較的多

図 2 1 : The angiogram after PTA shows the dilated brachiocephalic vein. As in Figure 1-1, black arrow and white arrow each indicates superior vena cava (SVC) and the distal side of the dilated lesion.
 2 : The pressure waveform of pressure wire™ shows superior vena cava (SVC) in corresponding to black arrow of angiogram, and the mean pressure was shown 8 mmHg same as the before PTA.
 3 : The pressure waveform of pressure wire™ shows the distal side of the dilated lesion in the left brachiocephalic vein in corresponding to white arrow of angiogram, and the mean pressure was decreased from 53 mmHg to 11 mmHg after PTA.

い合併症である^{4,10)}。しかし中心静脈狭窄が認められても全例が治療の対象となるわけではなく、臨床症状として、静脈高血圧症の症状が出現し、血管造影上明らかな狭窄所見を呈した時に治療の対象となる。一般的に中心静脈狭窄に対する治療法としては、外科的バイパス手術、PTA があり、PTA の面ではバルーン angioplasty, ステンツ留置術があげられる。日本透析医学会による慢性血液透析用バスキュラーアクセスの作製および修復に関するガイドライン¹¹⁾では静脈高血圧症を呈する中心静脈狭窄症に対する治療は、外科的再建術も可能だが、低侵襲なステント留置を含めたインターベンション治療を優先させてもよいとしている。またインターベンション治療や外科的治療の適応とならないような高度の静脈高血圧症に対しては、そのアクセスを閉鎖して対側に新たなアクセスを作製するのがよいとしている。

一方、冠動脈疾患の最終診断および、冠動脈インターベンション (percutaneous coronary intervention : PCI) の正否は冠動脈造影などによる解剖学的評価を中心に判定されている。最近、ドブラガイドワイヤーや圧ガイドワイヤーを用いて得られる冠血流予備能 (coronary flow reserve : CFR) や心筋血流予備量比 (fractional flow reserve : FFR) が心筋虚血や冠動脈狭窄の程度を示す生理学的指標と報告され普及されてき

ている。図 5 に pressure wire™ の schema を示す。0.014inch のガイドワイヤーの tip から 3 cm の所に長さ 2 mm の圧、温度のセンサーがついている。その圧状態などをセンサーケーブルを介してモニターに映し、数値化することも可能になる。

なかでも pressure wire は FFR を測定することが可能な device である。本来 FFR とは冠動脈の最大拡張時の狭窄遠位部圧/近位部圧の比で概算される¹²⁾。この指標は、血行動態に影響されず、微小循環障害の影響が少ないとされており、冠動脈狭窄率との間に良好な相関が報告されている¹³⁾。また心筋虚血に対して冠動脈病変がどの程度関与しているかを示す指標であり、FFR<0.75 が有意な低下であると考えられておりその際は PCI が必要であると考えられている。また PCI による FFR の改善は大きい方が望ましいが、予後を考慮した報告ではバルーン拡張術では FFR>0.90⁷⁾、ステント留置では FFR>0.94⁸⁾ が目標値とされている。

本症例における pressure wire™ 使用の際の FFR に近似するデータとして、今回の測定方法は病変の中枢側の平均の圧/病変の末梢側の平均の圧でもとめた。腕頭静脈狭窄に対する PTA 前後での値は、それぞれ 0.15 から 0.73 に改善した。また人工血管と尺側皮静脈の吻合部付近の狭窄病変の PTA 前後の値は、それ

図 3 1 : The angiogram shows the circumference at the anastomosis of vascular graft and basilic vein. The blood was flowing into the right basilic vein in retrograde, also showed proliferation of venous collaterals, however, stenotic lesion was unclear near the anastomosis. Black arrow indicates the proximal side in the left basilic vein, and white arrow indicates where the pressure was the higher by the pressure wireTM at the circumference at anastomosis side of vascular grafts and basilic vein.

2 : The pressure waveform of pressure wireTM shows the proximal side in the left basilic vein in corresponding to black arrow of angiogram, and the mean pressure was shown 8 mmHg.

3 : The pressure waveform of pressure wireTM shows the circumference at anastomosis side of vascular grafts and basilic vein in corresponding to white arrow of angiogram, and the mean pressure was shown 86 mmHg.

ぞれ 0.09 から 0.67 へと改善した。内シャントあるいは深部静脈狭窄症例における PTA 前後の FFR に近似するデータがどのような値になれば、再狭窄の予防あるいは治療のエンドポイントになるのか今後の検討が必要と思われた。また星尾ら¹⁴⁾は、左鎖骨下静脈から腕頭静脈にかけての高度病変に対し PTA を施行した症例と、右下肢の外腸骨動脈から大腿静脈の病変に対し PTA を施行した症例の静脈圧波形を紹介している。2 症例とも PTA 施行により静脈圧の低下を認めている。pressure wireTMとの比較では、圧波形をみるのは両者とも基本的には同じであると思われるが、トランスジューサー等の精度の違いがあるかもしれない。

さらに本症例においては、2010 年 2 月頃より左上肢の浮腫が出現し、次第に症状増悪し同年 4 月に静脈高血圧症の疑いにて血管造影を施行した。その際左腕頭静脈に高度狭窄病変を認め、バルーン angioplasty とステント留置術による PTA を施行したが、左上肢の腫脹は著明な改善を認めなかった。腫脹の原因となる

責任病変が腕頭静脈の狭窄のみではないことが推測され、pressure wireTMを使用し再度 PTA 施行となった。初回の PTA の際 wall stent を留置していたが、今回の PTA 前の血管造影では、stent の著明な shortening を認めた。Wall stent は PTA において有用な tool であるが、深部静脈の病変の使用に関して stent の移動 (migration) と短縮 (shortening) が問題視されている¹⁵⁾。本症例においては初回 PTA 時に留置した 10 mm 径、20 mm 長の stent が、径は 10 mm のままだが 10 mm 長までの高度の shortening をおこしており、その原因解明が必要と思われた。また初回の PTA の際、深部静脈の狭窄は明らかであったが、人工血管と静脈吻合部付近には明らかな狭窄病変と側副血行路の出現は認めなかったが、今回の PTA 施行の際には、人工血管と尺側皮静脈付近の吻合部付近に側副血行路の出現と尺側皮静脈への逆流を認めた。この点に関しても発症時期は不明だが、静脈高血圧症の責任病変を把握する上で難解にした理由であると思われた。また腕頭静脈狭窄と人工血管と尺側皮静脈吻合部付近の狭

- 図 4 1 : The angiogram after PTA shows the dilated vessel of the circumference at the anastomosis of vascular grafts and basilic vein. As in Figure 3-1, black arrow and white arrow each indicates the proximal side in the left basilic vein and the dilated vessel of the circumference at the anastomosis of vascular grafts and basilic vein.
- 2 : The pressure waveform of pressure wireTM shows the proximal side in the left basilic vein in corresponding to black arrow of angiogram, and the mean pressure was shown 8 mmHg.
- 3 : The pressure waveform of pressure wireTM shows the proximal side in the left basilic vein in corresponding to white arrow of angiogram, and the mean pressure was decreased from 86 mmHg to 12 mmHg after PTA.

図 5 Schema of pressure wireTM system.

狭窄病変においてバルーン angioplasty のほかステント留置を施行したのは、ともにバルーン angioplasty 後の elastic recoil が非常に強く、再狭窄の予防の目的で行った。今後の長期的観察が必要であると思われた。今後の反省点として、静脈高血圧症の責任病変は1箇所のみではなく、ほかにも存在する可能性があることを念頭におき、静脈系のエコー検査、血管造影で角度などを変えるなどの綿密な検索が必要であると思われた。

今回、静脈高血圧症を呈した血液透析患者に、pressure wireTMを使用し責任病変が2箇所存在することを確認しえ、PTA が奏功した症例を経験したので、若干の文献的考察を加え報告した。

文献

- 1) Glanz S, Gordon D, Butt KMH, Hong J, Adamson R, Sclafani SJA : Dialysis access fistulas : treatment of stenoses by transluminal angioplasty. *Radiology* 152 : 637-642, 1984
- 2) Kovalik EC, Newman GE, Suhocki NP, Knelson M, Schwab SJ : Correction of central venous stenoses : use of angioplasty and vascular Wallstents. *Kidney Int* 45 : 1177-1181, 1994
- 3) Mickley V, Gorich J, Rilinger N, Storck M, Abendroth D : Stenting of central venous stenoses in hemodialysis patients : long term results. *Kidney Int* 51 : 277-280, 1997
- 4) Haage P, Vorwerk D, Piroth W, Schuermann K, Guenther RW : Treatment of hemodialysis related central venous stenosis or occlusion : result of primary wall stent placement and follow-up in 50 patients. *Radiology* 212 : 175-180, 1999
- 5) Aytekin C, Boyvat F, Yagmudur MC, Moray G, Haberal M : Endovascular stent placement in the treatment of upper extremity central venous obstruction in hemodialysis patients. *Eur J Radiol* 49 : 81-85, 2004
- 6) Kim YC, Won JY, Choi SY, Ko HK, Lee KH, Lee DY, Kang BC, Kim SJ : Percutaneous treatment of central venous stenosis in hemodialysis patients : long term outcomes. *Cardiovasc Int Radiol* 32 : 271-278, 2009
- 7) Bech GJ, Pijls NH, De Bruyne B, Peels KH, Michels HR, Bonnier HJRM, Koolen JJ : Usefulness of fractional flow reserve to predict clinical outcome after balloon angioplasty. *Circulation* 99 : 883-888, 1999
- 8) Hanekamp CE, Koolen JJ, Pijls NH, Michels HR, Bonnier HJRM : Comparison of quantitative coronary angioplasty, intraluminal ultrasound, and coronary pressure measurement to assess optimum stent deployment. *Circulation* 99 : 1015-1021, 1999
- 9) De Bruyne B, Hersbach F, Pijls NH, Bartnek J, Bech JW, Heyndrickx GR, Gould KL, Wijns W : Abnormal epicardial coronary resistance in patients with diffuse atherosclerosis but Normal coronary angioplasty. *Circulation* 104 : 2401-2406, 2001
- 10) Schwab SJ, Quarles LD, Middleton JP, Cohan RH, Saeed M, Dennis VW : Hemodialysis-associated subclavian vein stenosis. *Kidney Int* 33 : 1156-1159, 1998
- 11) 日本透析医学会：慢性血液透析用バスキュラーアクセスの作製および修復に関するガイドライン。透析会誌 38 : 1491-1551, 2005
- 12) Pijls NH, van Son JA, Kirkeeide RL, De Bruyne B, Gould KL : Experimental basis of determining maximum coronary, myocardial, and collateral blood flow by pressure measurements for assessing functional stenosis severity before and after percutaneous transluminal angioplasty. *Circulation* 86 : 1354-1367, 1993
- 13) De Bruyne B, Bartnek J, Sys SU, Pijls NH, Heyndrickx GR, Wijns W : Simultaneous coronary pressure and flow velocity measurements in human. Feasibility, reproducibility, and hemodynamic dependence of coronary flow velocity reserve, hyperemic flow versus pressure slope index, and fractional reserve. *Circulation* 94 : 1842-1849, 1996
- 14) 星尾 彰, 村尾充子, 福木昌治, 森 正剛, 藤山勝巳 : 腎と透析 別冊 2002 : 105-109, 2002
- 15) Verstandig AG, Bloom AI, Sasson T, Gaviv YS, Rubinger D : Shortening and migration of wallstents after stenting of central venous stenoses in hemodialysis patients. *Cardiovasc Intervent Radiol* 26 : 58-64, 2003