

バスキュラーアクセス (VA) の変遷と進歩

The progression and change of the vascular access

武本佳昭 長沼俊秀

Yoshiaki TAKEMOTO and Toshihidei NAGANUMA

VA の歴史

バスキュラーアクセス (VA) は血液透析患者にとって治療を継続できるかどうか、すなわち自分の生命を維持できるかどうかにかかわる非常に重要な問題であり、血液透析療法が開始された初期段階においては、透析開始前に手術を行い、四肢の動静脈にカテーテルを挿入して VA として使用するのが通常であった。そして、治療が終了すればカテーテルを抜去し、次の血液透析療法前に他の部位の動静脈にカテーテルを手術的に挿入するというようにして治療が行われていた。血管としては深大腿動静脈などが用いられることが多かったが、より末梢の動静脈でも血流が得られることがわかり、足背動脈や足関節付近の静脈が利用されてきた。また、毎回手術的にカテーテルを挿入していたのでは、挿入する血管が荒廃することもあり、カテーテルを抜去せずにヘパリン生食を充填することで、ある程度反復して使用する方法なども行われていた。

当時 VA を長期・反復して使用できないということは、血液透析療法を継続するためのボトルネックとなっていたと考えられる。しかし、1960 年に Scribner ら¹⁾は、血液と親和性の優れた polytetrafluoroethylene のカニューレを 2 本用いて、カニューレの先端を動静脈に挿入し、連結管で動脈と静脈を接続することで、カニューレを通じて血液を動静脈間で循環させ、長時間カニューレを開存させることに成功した。このことにより血液透析療法が反復して長期間行えるようになり、慢性腎不全患者の長期透析が可能になった²⁾。この VA はいわゆる外シャントとして広く用いられるようになり、透析療法の普及に寄与することになった。また同じ頃 Shaldon らは、大腿動静脈に挿入したカテー

テルを用いた VA で在宅透析療法などを施行する試みを報告している³⁾。しかし、外シャントでは異物であるカニューレが皮膚を貫通して体外に出ているため常に感染の危険があり、日常生活においても不便な面が多く、閉塞による手術も頻回になるなど、長期の血液透析療法にとっては不十分なものであった。

Cimino らは、静脈の直接穿刺と駆血帯を併用することで血液透析療法が施行可能であることを報告した⁴⁾。彼は外科医である Appel の協力を得て動脈と静脈の間に 2 mm 程度の小吻合を置き、動脈と静脈にシャントを作製した。そして、太くなった静脈を穿刺することにより、容易に血液透析療法を施行することに注目し、Brescia らとともに現在みられる AVF (arterio-venous fistula) 法を確立した⁵⁾。この AVF の確立により慢性腎不全患者の長期治療が可能になったのである。AVF を作製するためには適切な動脈と静脈が必要であるが、適切な血管がない症例も多数あり、グラフトを用いて VA を作製する必要がある症例もある。そこで現在まで多くの試みがなされてきている。初期には大伏在静脈をグラフトとして使用して VA を作製することが試みられた⁶⁾。さらに 1970 年代には仔牛の頸動脈を処理したグラフトの報告もなされた⁷⁾。1973 年には現在でもグラフトとして用いられている expanded polytetrafluoroethylene (ePTFE) グラフトが報告された⁸⁾。

その後種々の生体材料や人工材料がグラフトとして試されたが、現在本邦で用いられているグラフトは ePTFE グラフト、polyurethane (PU) グラフト、polyolefin-elastomerpolyester (PEP) グラフトの 3 種類である。また、血管の荒廃した症例に対しては長期留置型カテーテルも開発され使用されるようになってきている。

表 わが国の VA の変遷

	AVF	AVG	動脈表在化	動脈直接穿刺	長期埋め込み型静脈カテーテル	一時的静脈カテーテル	単針透析	外シャント	その他
1998	91.4	4.8	2.5	—	—	—	—	0.2	1.1
2008	89.7	7.1	1.8	0.1	0.5	0.5	0.2	—	0.1

単位：%， AVF：arterio-venous fistula：動静脈瘻， AVG：arterio-venous graft：動静脈グラフト

(文献 9 より引用)

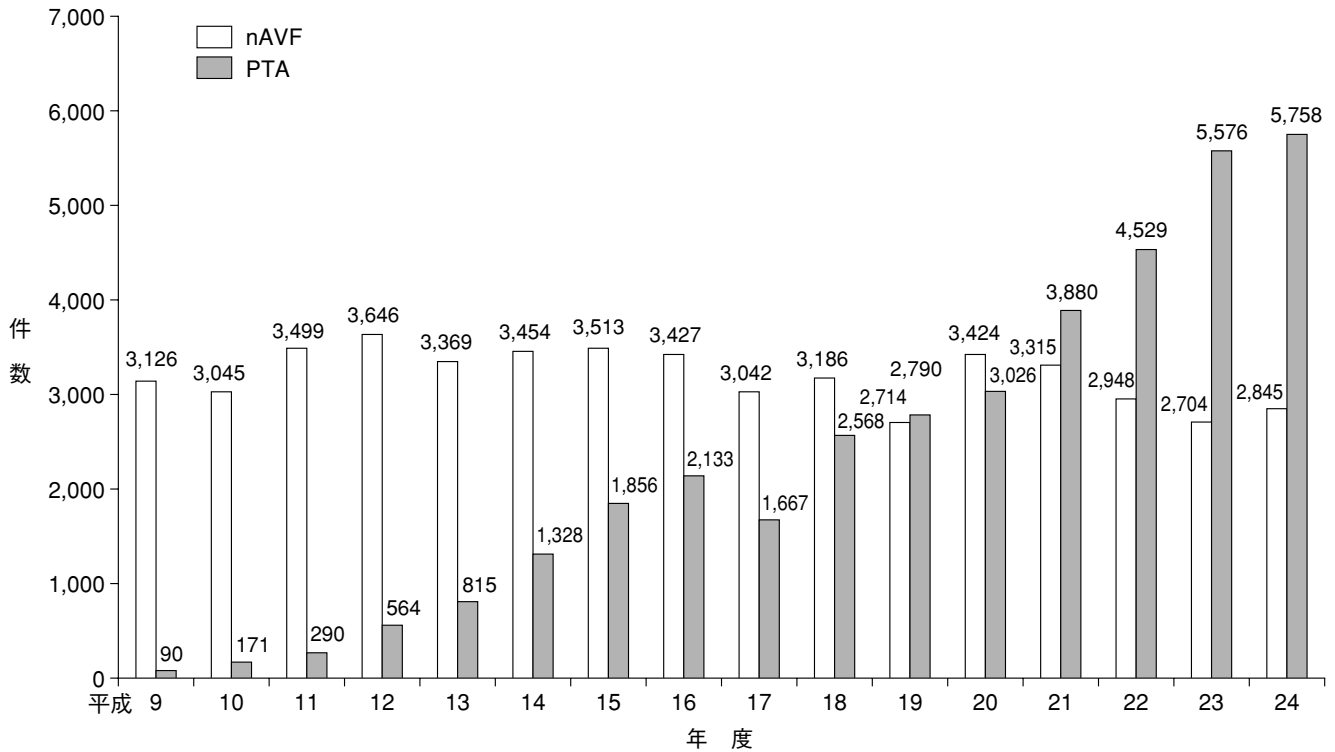


図 1 大阪府下における nAVF, PTA 症例数の推移

VA の変遷と進歩

現在用いられている VA は、日本透析医学会の調査によれば、AVF、AVG(arterio-venous graft)、動脈表在化、動脈直接穿刺、長期留置型カテーテル、一時的静脈カテーテル、単針透析、外シャント、その他に分類されている。日本透析医学会では 1998 年と 2008 年の 2 回 VA の実態調査を行っている(表)⁹⁾。これをみると、1998 年にはまだ外シャントが使用されていたが 2008 年にはもう使用されなくなっていることがわかる。AVF の頻度が 91.4% から 89.7% に低下し、AVG の頻度が 4.8% から 7.1% に増加している。このことから、糖尿病性腎症の増加や高齢化に伴い血管が荒廃している患者が増加していることがうかがわれる。また、2008 年には長期埋め込み型カテーテルが 0.5% を占めるようになってきている。この調査は、どのような

VA を使用して治療を受けているかを調べたものであるが、大阪府では毎年行われる手術件数を長期にわたって調査している¹⁰⁾。平成 9 年から平成 24 年までに大阪府下で施行された手術件数の推移を図 1, 2 に示す。AVF の手術件数は年間 3,000 件前後で大きな変化はない。AVG の件数は平成 9 年が 279 件、平成 24 年が 397 件と漸増している。動脈表在化については 169 件から 119 件へと軽度変化しており、長期留置型カテーテルの件数は 13 件から 126 件へと増加している。これらのことをまとめると、VA としては血管の荒廃のために AVF が少し減少しており、それに伴って AVG、長期留置型カテーテルが増加してきていると言える。一方、大阪府下で施行されている PTA(percutaneous transluminal angioplasty)件数は飛躍的に増加しており、平成 9 年と比較すると平成 24 年には 5,758 件と約 60 倍に増加している。この PTA の進歩が AVG に少なからず影

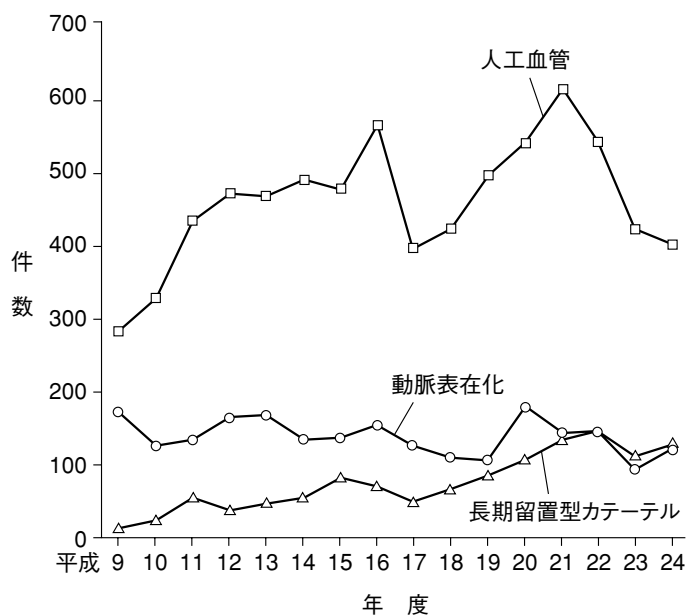


図 2 大阪府下における人工血管，動脈表在化，長期留置型カテーテル症例数の推移

響を与えていると考えられる。AVG では多くの場合，動脈と静脈をループ型にした人工血管で吻合することになる。このような場合，最も狭窄をきたしやすい部位はドレーン静脈の吻合部近傍である。そこではコンプライアンスの異なる人工血管から自己血管へ血液が流入する際に乱流が起こりやすく，狭窄が生じる頻度が非常に高くなり，グラフト閉塞の原因になることが知られている。実際グラフトが閉塞した場合，血栓除去カテーテルで外科的に血栓除去を試みるとカテーテルが狭窄部位を通過しないことがよく起こる。このようなことから，PTA という手技が普及していない際のグラフトの開存率は AVF と比較すると非常に低いものになるため，グラフト移植をできるだけ避ける方向で VA の作製が検討されることになる。一方，PTA を施行するとグラフトの開存率は飛躍的に向上するため，近年ではグラフト移植術が容易に選択できるようになっている。

ここで個々の VA の進歩に注目してみると，AVF に関しては縫合糸の材料の改善や，血管クリップを使用した吻合などのマイナーな進歩はみられるものの，本質的には変わったところはなく，外科医としては Brescia, Cimino の偉大さを痛感できる。グラフトについては，前述のように初期には生体材料を含めて種々の材料が使用されたが，主として ePTFE が継続的に用いられており，現在わが国で使用されている ePTFE, PU, PEP には開存率の差は認められない。日本透析医学会の VA のガイドラインにおいては，

個々のグラフトの特徴を下記のようにまとめている⁹⁾。ePTFE グラフトはこれまでの経験により VA 用人工血管として抗感染性，長期開存性，操作性において他の材質より優れていることが示されている¹¹⁾。しかし，植え込み後穿刺使用まで 2~3 週間の待機期間を要すること，約 5% の頻度で血清腫が発生することが問題である。PU グラフトは早期穿刺が可能であり，早期・中期の開存性も ePTFE とほぼ同等であると報告されている¹²⁾。しかし，グラフトが屈曲しやすいことが問題点である¹³⁾。PEP グラフトは早期穿刺が可能であり，止血性にも優れており，開存率も同等であると述べている¹⁴⁾。長期留置型カテーテルについても数種類のものがわが国において使用可能であり，今後も VA の最後の砦として徐々に使用頻度が上昇すると考えられるが，材質としてはポリウレタンとシリコンが使用されている。

まとめ

今後の VA の進歩の方向性は，当然のことながら易穿刺性，無痛穿刺，抗感染性，止血性，開存率，などが目標になると考える。このような進歩は特に AVG, 長期留置型カテーテルにおいて重要になる。一方，AVF については現時点でほぼ完成されていると考える。

利益相反自己申告：申告すべきものなし

文献

1. Quinton WE, Dillard DH, Scribner BH. Canulation of blood vessels for prolonged hemodialysis. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1960 ; 6 : 104-113.
2. Quinton WE, Dillard DH, Cole JJ, Scribner BH. Eight months' experience with silastic-teflon bypass cannulas. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1962 ; 8 : 236-245.
3. Shaldon S, Chiandussi L, Higgs B. Hemodialysis by percutaneous catheterization of the femoral artery and vein with regional heparinization. *Lancet* 1961 ; 2 : 857-859.
4. Cimino JE, Brescia MJ. Simple venipuncture for hemodialysis. *N Engl J Med* 1962 ; 267 : 608-609.
5. Brescia MJ, Cimino JE, Appel K, Hurwich BJ. Chronic hemodialysis using vein puncture and surgically created arteriovenous fistulae. *N Engl J Med* 1966 ; 275(20) : 1089-1092.
6. May J, Tiller D, Johnson J, Stewart J, Sheil AGR. Saphenous-vein arteriovenous fistula in regular dialysis treatment. *N Engl J Med* 1969 ; 280 : 770.
7. Chinitz JL, Yokoyama T, Bower R, Swartz C. Self-sealing prosthesis for arteriovenous fistula in man. *Trans Am Soc Artif*

- Intern Organs 1972 ; 18 : 452-455.
8. Volder JGR, Kirkham RL, Kolff WJ. A-V shunts created in new ways. Trans Am Soc Artif Intern Organs 1973 ; 19 : 38-42.
 9. 2011 年版社団法人日本透析医学会. 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 2011 ; 44 : 855-937.
 10. 長沼俊秀, 武本佳昭, 南 彰紀, 壁井和也, 香山侑弘, 岩本勝来, 前田 覚, 仲谷達也. 平成 23 年度大阪府下慢性透析患者の実態調査. 大阪透析研究会会誌 2012 ; 30 : 165-180.
 11. 酒井信治. 人工血管使用のブラッドアクセス. 臨牀透析 1996 ; 12 : 120-130.
 12. 平中俊行, 中村順一. ブラッドアクセスのための人工血管としてのポリウレタングラフトと ePTFE グラフトの比較—prospective randomized study—. 腎と透析 2005 ; 58 : 379-381.
 13. 天野 泉, 太田和夫, 酒井信治, 葛原敬八郎, 阿部富弥, 内藤秀宗. ポリウレタン製人工血管 (Thoratec Vascular Access Graft) の特徴とその臨床使用報告. 腎と透析 1996 ; 41 : 263-268.
 14. 太田和夫, 辻 寧重, 久木田和丘, 佐々木 茂, 酒井信治, 淵之上昌平, 中川芳彦, 山田和彦, 神 應裕, 原 修, 天野 泉, 内藤秀宗, 田中一誠, 沼田 明, 水口 潤, 中本雅彦, 安藤高志. テルモ社製透析用人工血管 (GRASILR) の臨床使用—長期成績—. 透析会誌 2006 ; 39 : 1395-1401.