

[各支部での特別講演]

血液透析用ブラッドアクセス

— 現況とその開存率向上を目指して —

大平整爾 今 忠正 井村 卓

札幌北クリニック

key words : AVF, AVG, 作製, 維持・修復

要 旨

ブラッドアクセス (BA) は血液透析療法 (HD) に必要不可欠であり, その穿刺性・獲得血流量などの可否は毎回の HD を円滑に進めうるか否かのみではなく, 患者の長期的な予後にも大きく影響するものである。現在, HD に供される BA の形態には, ①自己動静脈使用の内シャント (AVF), ②人工血管使用の内シャント (AVG), ③動脈表在化, ④血管内留置カテーテルなどがあり, 当該患者の状態・状況によりいずれかが選択されている。長期的開存性や抗感染性などの観点から AVF の優位性は疑いが無い。しかし, 患者の高齢化や基礎疾患の変貌などにより, AVF の作製は往時に比較してかなり困難になってきている。こうした現況に鑑みて, 維持血液透析療法における BA, 主として AVF および AVG に関して幾つかの問題点と方向性について言及した。

はじめに

ブラッドアクセス (BA) は維持血液透析 (HD) に必須の要綱であり, その穿刺性や獲得可能な血流量などの可否は毎回の HD を円滑に進め得るか否かにのみ関わるのではなく, 患者の長期的な生命予後にも大きく影響するものである。各種ある BA のなかで, 自己動静脈使用の内シャント (AVF) が長期的開存性や抗感染性などの観点から優位性を有することは明

らかである。しかし, 患者の高齢化・重症化や基礎疾患の変貌などから AVF の作製は必ずしも従来のように運ばず, 次第に困難なものになってきている。人工血管使用の内シャント (AVG) や永続的血管内留置カテーテルを採用せざるをえない状況や, 状態が不可避となる所以である。

1 日本における BA 形態の頻度

表 1 は, 日本透析医学会が集計した 1999 年末における BA の形態別頻度である。BA の形態として最も好ましいとされる AVF が, 91% と圧倒的多数を占めている¹⁾。一方, 新規血液透析導入患者に対する BA の作製を形態別にみると, 日欧はきわめて類似しているのに対して, アメリカでは血管内カテーテル留置法や AVG が選択される頻度が明らかに高い (図 1)^{2, 3)}。日本においてもカテーテル導入が新規 HD 患者の 31% に達することに対しては, その操作に基づく易感染性・被挿入血管の血栓形成や損傷を考えると, できうる限り回避する方向へ向かわなければならない。このためには患者の早期紹介・教育を強化すると同時に, 末期慢性腎不全患者の治療に携わる医師の BA に対する知識と経験とを深める必要がある。

しかし, 血管内留置カテーテル法は幾つかの優れた利点も兼ね備えており, しかも最近ではカテーテルの材質・材型・抗血栓性などに改良が加えられて右内頸静脈ルートを主流とする皮下埋め込み式長期留置型な

表1 ブラッドアクセスの形態別頻度 (n=131,909)

内シャント		動脈表在化		外シャント	その他	合計
自己血管	人工血管	自己血管	人工血管			
91.4%	4.8%	2.3%	0.2%	0.2%	1.1%	100%

注 (1) 人工血管使用率は、5.0%となる。
 (2) しかし、施設の性格による施設間格差が大きい。
 (3) アメリカでは、ブラッドアクセスの約70%に人工血管が使用されている。
 (日本透析医学会, 1999. 12. 31)

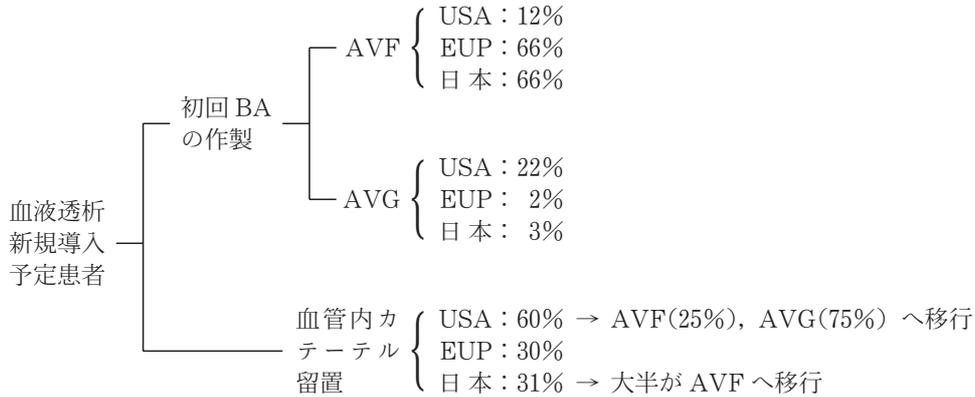


図1 新規血液透析導入患者に対するブラッド・アクセスの作製

ども登場してきている⁴⁾。重症例・高齢者や適切な動脈静脈を欠く症例には慎重に適用すべきであろう。

2 腎不全時およびHD開始後の脈管変化

正常な動脈は三層構造を採り、内壁は平滑で内腔も広い(図2)。図3は橈骨動脈に見られた高度の動脈硬化であり内腔の狭窄化が著しく、図2, 3を見比べると両者の差異は一目瞭然である。静脈も基本的には三層構造を示すことは、動脈と同様である(図4)。

動脈と静脈とが吻合されてAVFが作製されると、静脈に動脈血が流入して静脈は動脈化することになる。静脈は異常な高圧・高血流量・乱流に絶えず曝されることになる。そのうえに、週に2~3回の穿刺によりその壁は物理的な外力による損傷を被ることになる。

その結果として、動脈化静脈は内中膜が肥厚し内腔が狭小化していく(図5)。すべてのAVFの持つ宿命であり、AVGにおいても基本的な脈管変化は同様に生ずる。AVGではグラフトと静脈との吻合部近傍に殊に狭小化の変化が必発である。動脈化静脈のこれ等の変化の程度がAVF, AVGの開存性を決定づける。

3 AVFおよびAVGの開存率比較

AVFおよびAVGの開存率には、多くの因子が幅

狭しつ影響している(表2)。当該患者がAVFに使用できる脈管を有しているか否かが最大の制限因子ではあるが、どの時期にどの部位にAVFを作製するか、AVGとせざるをえないかなどの決定も重要なポイントであり、これ等を決意する力も術者の技量に含まれるものであろう。つまり、当然ながら術者の技量は単に切開・縫合・血管操作などに限定したものではなく、それぞれの患者のBAに対して長期的な展望を持ちうる経験と知識とが望まれる。

Prischlら⁵⁾は7人のアクセス外科医の術後成績(AVF開存率)を追跡し、1年で34~69%、2年で13~62%、3年で13~62%と大きな開存率の違いを報告している。AVGの合併症発生率はAVFに比較して明らかに高く、Sidawyら⁶⁾の発表では年間33~99%である。前述のようにグラフト・静脈吻合部の狭窄が頻発するためであり、透析関連医師がAVG修復に熱意を持って当たらなければならない所以である。

具体的には、AVF作製の場合と同様に、AVG作製は経験の積んだ術者がその任に当たるべきことは言を待たないが、AVGでは合併症の発生頻度がAVFの場合に較べて遥かに高いことを念頭に置いて、AVGは速やかに修復術を施行できる設備・体制が整った施設において作製されることが望まれる。自施設でなくとも、AVGの有事に直ちに対処してくれる協力施設

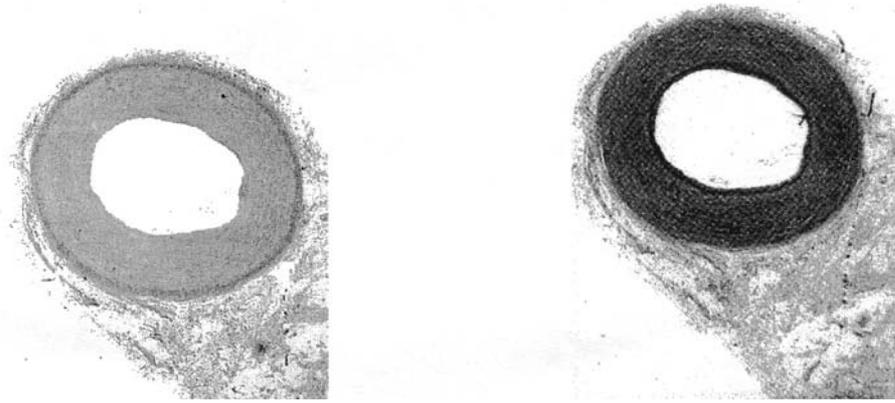


図2 正常な動脈の組織像

内・中・外膜がほぼ規則的に配列した正常大腿動脈（剖検的採取）。
 左：Masson trichrome 染色，右：EVG 染色，橈骨動脈も基本的に同一構造をとる。
 （大平整爾：臨床透析，12；185，1996，より）

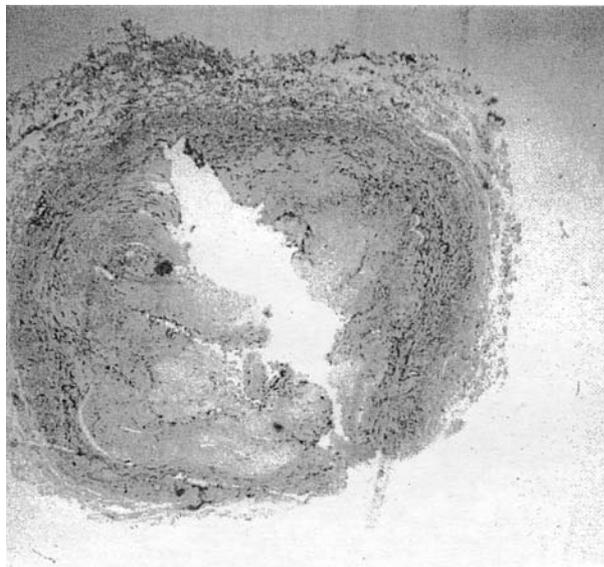


図3 病的な脈管の組織像（高度な動脈硬化）

70歳，男子
 左手関節より約3横指中枢側の橈骨動脈。
 高度の動脈硬化のため内腔狭窄が著しく，AVF作製は断念した。

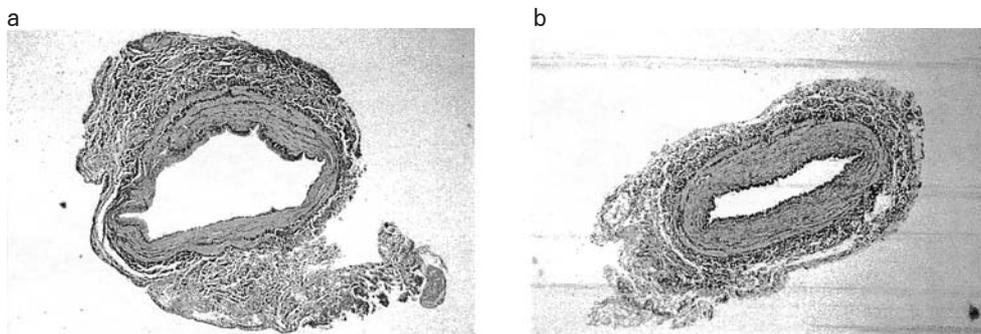


図4 正常な静脈の組織像

a：47歳，女子（DMN）。AVF作製時に採取した前腕末梢橈側皮静脈，層状構造を明瞭に認める正常な静脈である。（EVG染色）
 b：48歳，男子（CGN）。左前腕末梢においてAVF作製時，採取した橈側皮静脈，正常な構築を示す。（EVG染色）
 （大平整爾：臨床透析，12；185，1996，より）

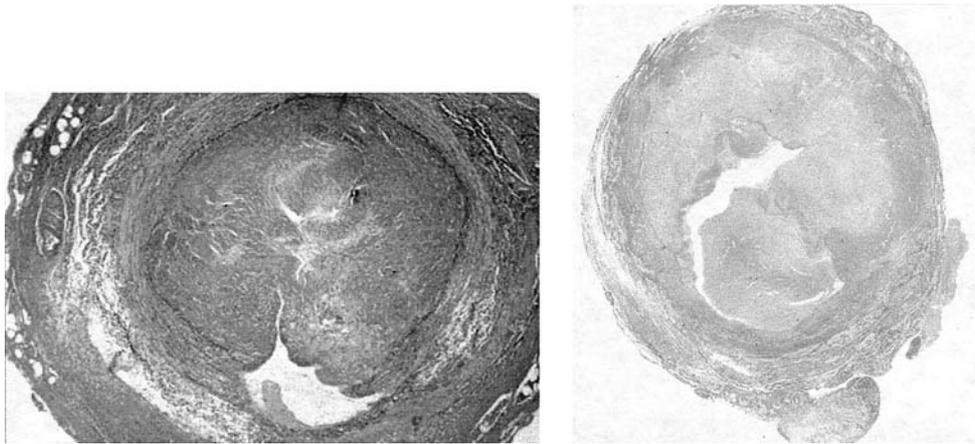


図5 動脈化静脈の高度狭窄

左：左前腕末梢におけるE（静）・S（動）のAVF。作製使用後約3年。吻合部より約5cm 中枢側の静脈（EGV染色）。著しい内膜の肥厚，膠原線維の増生のため，内腔はほとんどない。
 右：68歳，女子。
 動脈化静脈の内膜肥厚による内腔の狭小化。

表2 AVF・AVGの長期開存に影響する諸因子

	選択されるBAの種類 (カテーテル，AVF，AVG，動表，動直接穿刺)	使用可能なBAの獲得と長期開存
影響因子	1. 患者の紹介時期 2. 患者の特性 ① 脈管の状態 ② 年齢，性別，体重 ③ 基礎疾患 ④ 合併症の有無，種類，重症度 ⑤ 患者の療養態度 3. 医師・看護師・技士の方針	1. 適切な脈管の存在 2. 適正な脈管の選択（部位） 3. 術式の選択，術者の経験・技量 4. 穿刺技術 5. BAの形態・機能の経時的追跡 6. 修復術への熱意（透析医・外科医・放射線科医） 7. 患者の自己管理

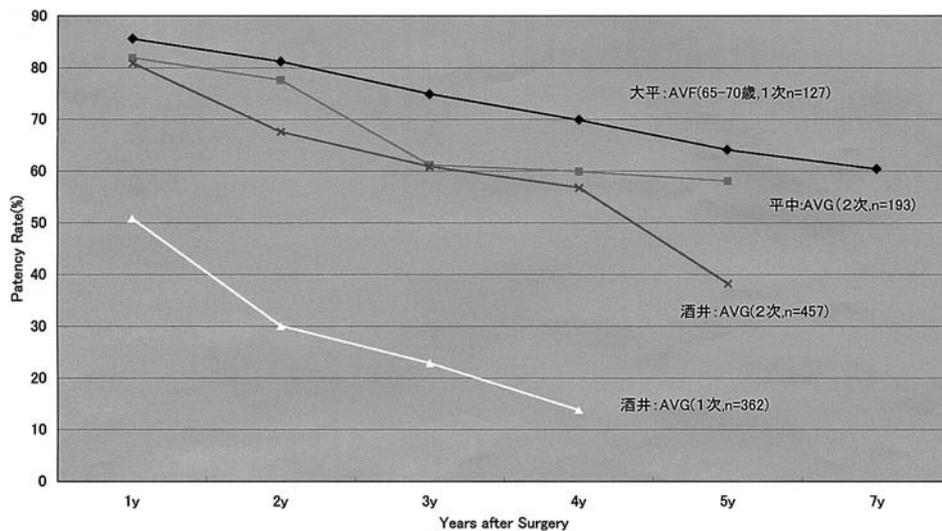


図6 Patency Rate : AVF vs AVG (%)

があってもよいであろう。

作製されてHDに供されたAVGについては、

① 毎回のHD時に，穿刺性・ Q_B ・静脈圧（VP）

のチェック

② 3カ月毎にエコーによる Q_B 測定，カラー・ドプラーによる狭窄度測定を施行し， $Q_B < 600 \text{ ml/}$

min, 狭窄度 >50%, VP >200 mmHg であれば, シェント造影を行う. 造影所見で 50% 以上の狭窄が認められれば, バルーン PTA などの intervention を行うなどを基本方針とすることが肝要である.

図 6 は AVG の開存率を平中・酒井らの成績をもとに示したものである^{7,8}. 対比の目的で前腕末梢に作製した RC-AVF (65~70 歳, 男子, n=127) の開存率を掲げた. AVG の成績に関しては主として上腕移植例であるが, ほかの部位の症例も加えられており, グラフト内シェント (AVG) の総体的な成績と捉えなければならない. したがって, 図 6 から AVF と AVG の開存率を厳密に比較することは妥当ではないが, 大まかに AVG では修復処置を加えた二次開存率でも高齢者の一次 AVF 開存率にはやや及ばないよう

だとは推定される.

4 AVF 修復処置の自験例分析

1984~1998 年の 15 年間に作製した新規 HD 導入患者 2,319 例について分析した結果を図 7 に掲げた⁹. 20% の症例が新規 AVF が肘窩に作製されているが, 前腕末梢で RC-AVF 作製に適切な脈管が欠如しているとの判断からであった.

作製された RC-AVF 1, 855 例の内 779 例は, 穿刺開始後経時的に種々の合併症を生じてなんらかの処置を要した. 51 例は対側に新設せざるをえなかった. 728 例は同側に処置が加えられている. この 728 例の内 544 例 (74.7%) は, 自己脈管の操作による修復が可能であったが, 184 例 (25.3%) は人工血管 (Gore-Tex[®]) を使用する必要があった. 表 3 に修復手技の

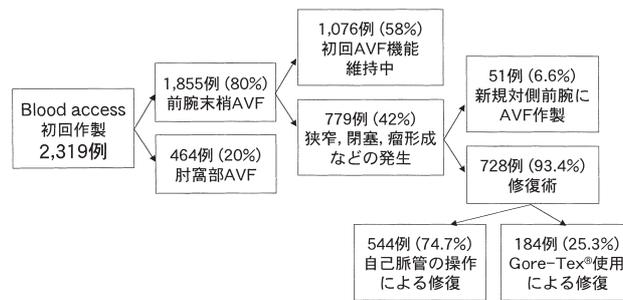


図 7 慢性血液透析症例のブラッドアクセス (1984~1998 年: 15年間)
(大平整爾: 腎と透析, 49(別冊, アクセス 2000); 18, 2000, より)

表 3 初回前腕末梢に作製した自家動静脈使用ブラッドアクセス・トラブルにおける再建の手技 (1984~1998 年)

再 建 の 手 技	手術 (処置) 回数 (回)	%
前腕高位 (限局した静脈硬化・血栓)	195	25.0
肘 窩 (広範囲の静脈硬化・血栓)	148	19.0
上 窩 (同上)	53	7.1
上腕動脈表在化 (広範囲の静脈荒廃)	62	7.9
狭窄静脈・仮性動脈瘤およびその破裂/切迫破裂→Gore Tex [®] による置換	85	10.9
Gore Tex [®] 使用の内シェント (広範囲の静脈荒廃)	上肢 79	12.7
	大腿 18	
	鎖骨 2	
対側に新規作製 (前腕末梢)	51	6.5
血栓除去 (+PTA)	58	7.4
静脈圧上昇	結 紮	2.9
	血行変更	
静脈の転位など	5	0.6
合 計	779	100.0

(文献 9 より引用)

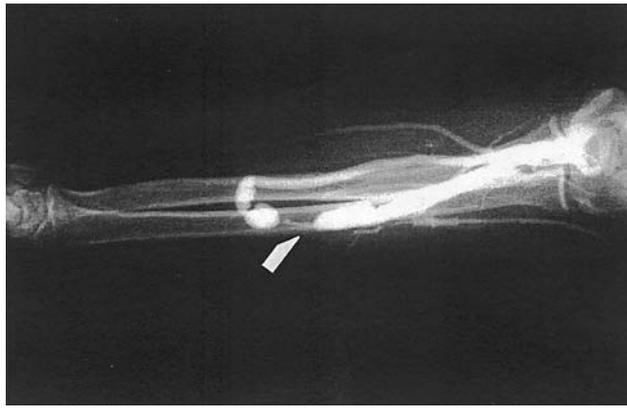


図8 動脈化静脈の分節的狭窄
シャント造影, 矢印の部位に分節的狭窄

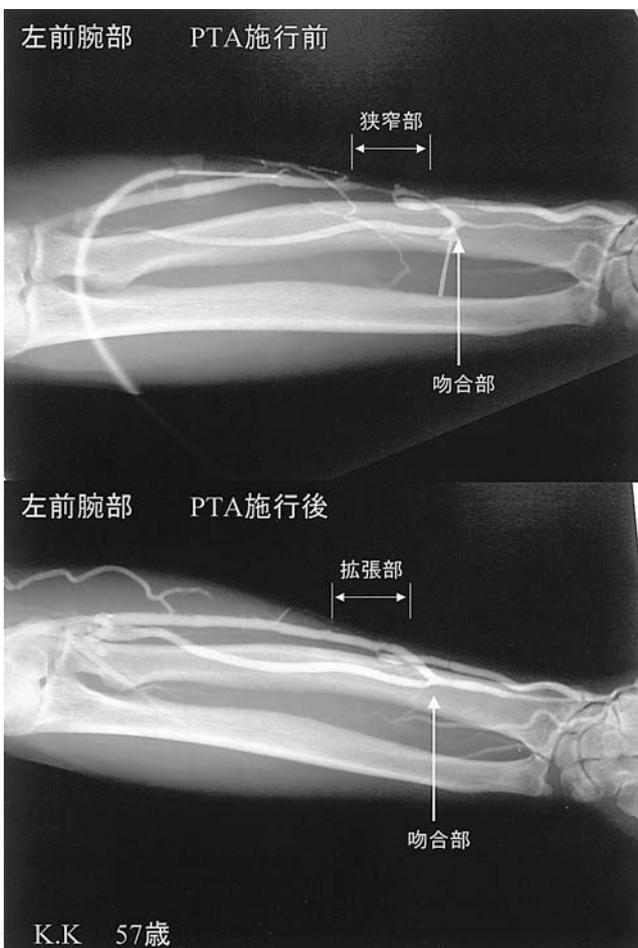


図9 PTAによるRC-AVF狭窄の拡張例

詳細を示したが、合併症の種類が多岐にわたりしたがって修復法も多種となっていることがわかる。

この分析は1984～1998年の症例であり、血栓除去および狭窄解除に対するPTAなど interventional angioplasty の使用率は7.4%にしか過ぎない。その後、この領域の発展に伴い同法による修復処置は増加してきている。

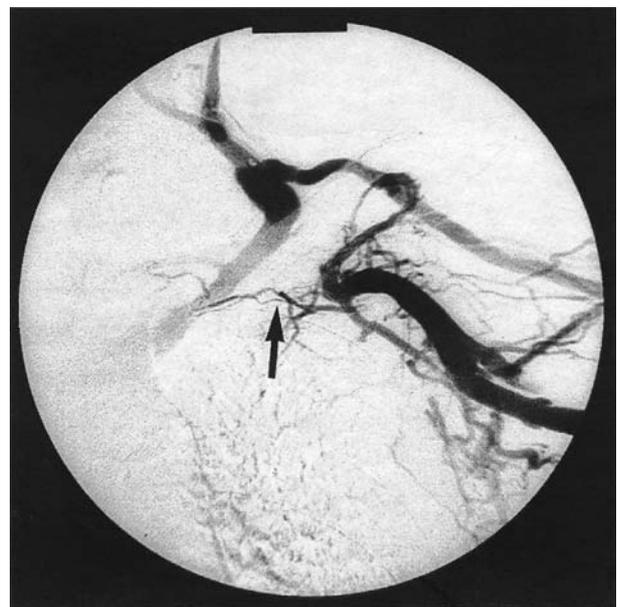


図10 左鎖骨下静脈の閉塞
左肘窩部に内シャントが作製・使用されて3年5カ月が経過している。
左上肢に高度の腫脹と疼痛が出現し持続した。

図8は前腕末梢で作製したAVFが血栓形成で閉塞し、その高位で再吻合した症例である。

血流低下のためシャント造影を行ってみると、分節的狭窄 (segmental stenosis) が明らかであり、狭窄のやや中枢側で端々吻合を行い、このAVFを救済 (salvage) できている。図9は図7に含まれていない症例であるが、左前腕末梢のRC-AVFで血流量低下のため造影を行い吻合部近傍の静脈狭窄を認めた。これに対してはバルーンPTAを施行して、狭窄部を拡張させた。AVGの狭窄に対しては interventional angiography (BAIVT) を第一選択としてよいと考えるが、それはこの方法で一定の成績を期待できるこ

と、外科的手技には繁雑さを伴うことが多いからである。

一方、AVFに伴う狭窄はその部位が図10のような鎖骨下静脈など中心静脈に発生した場合には、BAIVTをまず慎重に行うことは容認されると考えられる。病変部位からみて、直接的な外科的処置には困難が伴うからである。AVFで狭窄部が前腕末梢に発生し、それが狭い範囲に限局していれば、現時点では主としてコストの面から外科的再建が妥当ではないかと考えている。ただ、この場合でも狭窄範囲が広ければ静脈をsalvageする意味から、BAIVTを試みる価値がある。

5 AVFの作製部位

非利き手の前腕末梢でRC-AVF（橈骨動脈：橈側皮静脈内シャント）を作製することが第一選択とされ、形式としてE_V-S_A（動脈の側に静脈の端を吻合）が採られることが一般的である。この形式が適切な脈管の欠如で可能でなければ、ulnobasilic, brachiocephalicまたはbrachio basilicなどの形式が考えられる。肘窩部でのbrachiocephalic AVFが好まれるが、同部位での静脈分枝や吻合後の血流方向などに配慮しなければ、血流がありスリルを触れ血管音を聴取できても、必ずしも穿刺しやすいAVFとはならない¹⁰⁾。

6 AVFのprimary failure

Allonら¹¹⁾は“primary failure”を“thrombosis or failure to mature adequately for dialysis”と定義して、その比率が最近漸増し30~50%に達していると報告している（表4）。

AVGが高率のアメリカではDOQIガイドラインで、新規患者の50%にはAVFを試み全体としてAVF保有率が40%に達することを目指している¹²⁾。このために敢えてAVFを試みるという側面もあると推測されるが、これ以上にアメリカでは短時間、高血流量HDが主流であるために通常Q_B>350 ml/minが要求され、わが国であれば許容されるQ_B 200~250 ml/minでは血流量不足としてprimary failureとされるために、primary failure率が高いのであろうと考えられる。

この点を自験例で振り返ると、1971~1980年では9%であったが、1991~2000年では15%に上昇していた（表5）。術者は変わらず技術的に経験を積んできたと自認しているので、この結果の主因は、対象症例の脈管状態の差異や基礎疾患の変貌にあるのではないかと考えている。

図11はAVFのprimary failure (%)を日本アクセス研究会幹事にアンケート調査を依頼して得た結果

表4 AVF（内シャント）の短期開存率（初回不成功率）

Authors	N accesses		Primary Failures(%)	
	AVF	AVG	AVF	AVG
Kinnaert 1997	314		9	
Bonalumi 1982	177		10	
Reilly 1982	150		11	
Winsett 1985	273		27	
Palder 1985	154		24	
Kherlakian 1986	100	100	12	4
Rocco 1996	48	40	31	12
Hodges 1997	87	236	43	—
Wong 1996	60		30	
Silva 1998	108		26	
Golledge 1999	107		18	
Miller 1999	101		53	
Murphy 2000	74		32	
Oliver 2001	115	80	26	15
Sedlacek 2001	140		25	
Allon 2001	139	78	46	21
Dixon 2002	205	117	30	23

Primary failure is defined as thrombosis or failure to mature adequately for dialysis

(Allon & Robin : Kidney Int, 62; 1109, 2002, より)

表5 初回前腕末梢 RC-AVF の primary failure

期 間	AVF 新規作製数	primary failure(%)
1971~1980	386	9
1991~2000	279	15

穿刺以前に血栓形成・閉塞または作製，2~3 週間後で $Q_B < 150 \text{ ml/min}$

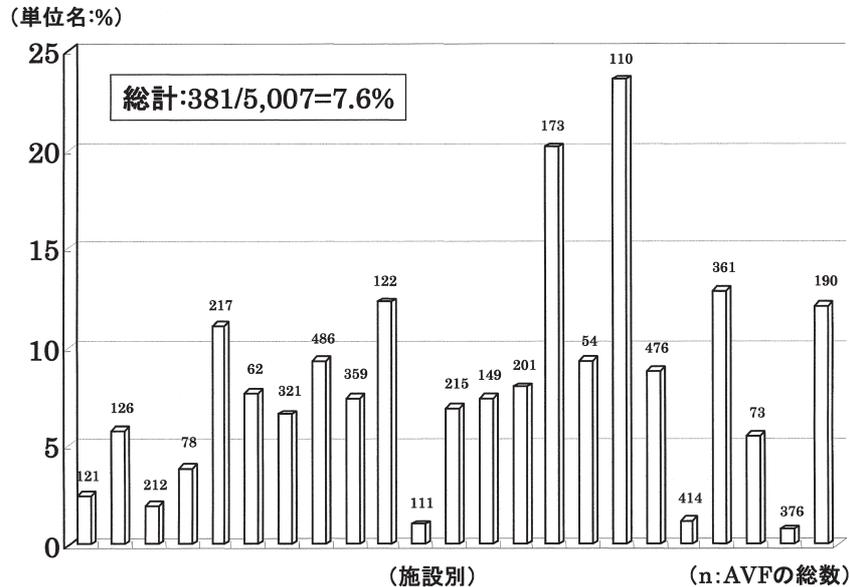


図11 AVF: Primary Failures (%) (2000~2002年3カ年の平均値)

である。23施設から回答が寄せられたが，primary failure (%) [不成功率] は 0.8% から 23.6% と大きな格差が認められた。

primary failure の主因に関しては，静脈の荒廃，責任動脈の血流量不足および吻合部位の選択ミスと考える回答者が多数を占めていた。primary failure における原因や施設間格差を詳細に説明することは，多くの影響因子が存在するために容易ではない。今回は事実を示すことに止め，詳細は改めて報告したい。ただ，高位再吻合や PTA などにより，相当の比率で primary failure 例が救済されていることを付け加えておきたい。

7 AVF, AVG の長期開存を目指して

BA は患者・一般医・腎疾患専門医（透析医）・アクセス外科医の四者が協力しながら図12に掲げた流れに沿って円滑に作製されることが，当然ながら必要となる。脈管の正確な診断を得るためにはこの四者に放射線科医の参画も望ましく，一旦作製されて修復術を要する段階ではさらに interventionalist も欠かせない。長期開存には表2に示したごとく多くの要因が

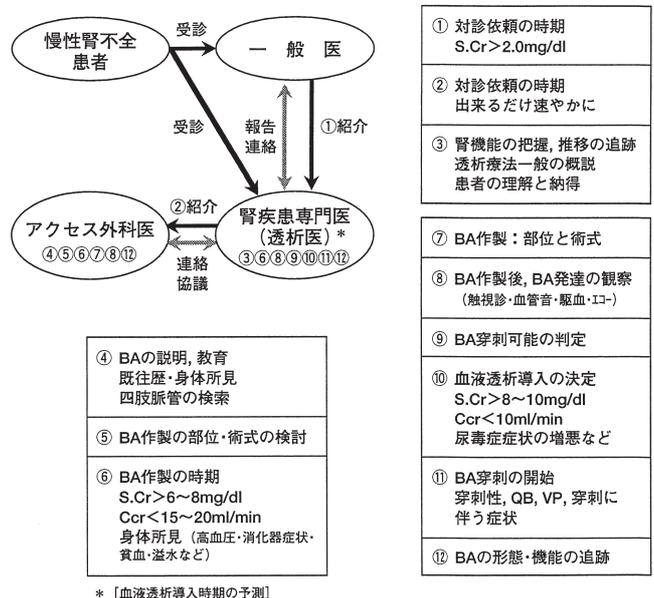


図12 ブラッド・アクセス作製に関するフローチャート (大平整爾：臨床透析, 17; 927, 2001, より)

絡んでくることを認識すると，BA には集学的・学際的な管理が必須になると考える。

初回の前腕末梢 RC-AVF が 10 年以上に亘って機能した症例は，私共の施設の透析歴 10 年以上 72 例の 27 例 (37.5%) であった (表6)。これから HD 10 年

表6 初回内シャントが10年以上機能した症例 [前腕末梢, 端(V)-側(A) 吻合]

年代	総数	10年以上例	初回 AVF 機能例(%) : 機能年数
30歳未満	4	1	なし
30~40歳	6	2	1例(50%) : 13y
40~50歳	34	20	5例(25%) : 22y, 15y, 14y, 12y, 11y
50~60歳	47	24	10例(29%) : 27y, 21y, 21y, 19y, 19y, 15y, 15y, 13y, 13y, 11y
60~70歳	34	20	10例(50%) : 28y, 23y, 21y, 19y, 16y, 15y, 12y, 12y, 11y, 11y
70~80歳	13	4	なし
80歳以上	7	1	1例(100%) : 11y
総計	145例	72例	27例(37.5%)

透析期間10年以上の患者は63%がBA再手術を受けている。

全症例数 : 145例

透析期間10年以上例 : 72例(49.7%)

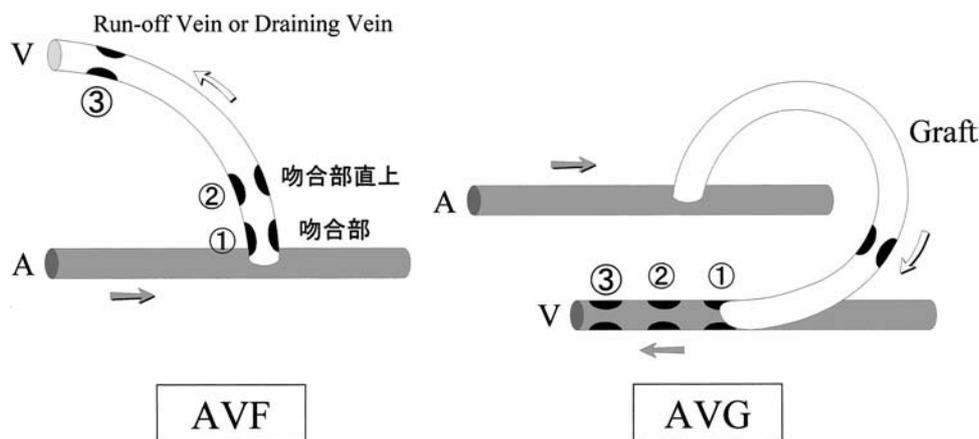


図13 ブラッドアクセス狭窄の好発部位

流出路静脈 : 吻合部, 吻合部直上より中枢側静脈
グラフト自体

以上例では63%の症例がAVFの修復が必要になると読めるが, 一方38%の症例で総計1,500回以上の穿刺に耐えて初回RC-AVFが機能していることも知りうる。こうした症例から学ぶことも重要であろうと感じている。

おわりに

維持血液透析に導入される患者の高齢化や基礎疾患の変化などから, AVFの作製に供する動脈や静脈が従来と相当に異なり損傷を受けて荒廃している。したがって, AVFの新規作成や修復に困難を伴う症例が増加してきている。AVF, それもできうる限り末梢で作製することが望ましいが, 常には可能ではない。

アクセス外科医は, ①術前にAVF作製部位近隣の脈管状態を詳細に把握し, 次いで, ②最適な部位と術式を選択することが肝要である。

症例に応じたBAの選択に当たっては, ③患者の年齢や平均余命をも勘案することが重要であろう¹³⁾。

次に, ④AVF作製が著しく困難か不可能であれば, AVGか動脈表在化かが考慮されることになる。さらに, これ等の手段が種々の理由から断念せざるをえない症例では, ⑤長期血管内カテーテル留置法^{4, 14)}を選択せざるをえない。如何なる形式のBAであっても長期使用により機能・形態には問題が出てくるものであり(図13), ⑥アクセス外科医は自らが作製したBAに対して, 然るべき修復法を習得しておくか依頼先を確保しておく必要がある。BAIVT¹⁵⁾には現時点でコスト高という隘路があるにせよ, 外科的修復法と並んで有力なBA修復手段であり, 本法の適切な適用が望まれよう。

このように要約していくとBAの作製・修復には王道はなく, そのABCは「あたり前のことを, ぼんやりせず, ちゃんと行う」という自明の理に行き着く。

(平成15年11月29日 大阪透析医会

平成15年度研修会講演)

文 献

- 1) 日本透析医学会統計調査委員会:わが国の慢性透析療法の現況(1999年12月31日現在). 日本透析医学会, 2000.
- 2) Pisoni RL, Young EW, Mapes DL, et al.:Vascular access use and outcomes in the U.S., Eupore, and Japan; Results from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Nephrology News & Issues*, 17; 38, 2003.
- 3) Stehman-Breen CO, Sherrard DJ, Gillen D, et al.:Determinants of type and timing of initial permanent hemodialysis vascular access. *KI*, 57; 639, 2000.
- 4) 天野 泉:これからのブラッドアクセス維持管理について. *日透医誌*, 18; 345, 2003.
- 5) Prischl FC, Kirchgatterer A, Bradstatter E, et al.:Parameters of prognostic relevance to the patency of vascular access in hemodialysis patients. *JASN*, 6; 1613, 1995.
- 6) Sidawy AN, Gray R, Besarab A, et al.:Recommended standards for reports dealing with arteriovenous hemodialysis accesses. *J Vasc Surg*, 35; 603, 2002.
- 7) 酒井信治:人工血管内シャントの作製とその管理. 第5回
アクセスセミナー in 松本 テキスト; p. 45, 2003.
- 8) 平中俊行:ブラッドアクセスの問題点と対策. *大阪透析研究会会報*, 16; 215, 1998.
- 9) 大平整爾:自己静脈を使用しての二次的ブラッドアクセス. *腎と透析*, 49(別冊); 18, 2000.
- 10) 太田和夫:さらばシャントラ(増補版); 東京医学社, 東京, p. 47, 2003.
- 11) Allon M, Robbin ML:Increasing arteriovenous fistulas in hemodialysis patients. *Kidney Int*, 62; 1109, 2002.
- 12) Lok CE, Oliver MJ:Overcoming barriers to arteriovenous fistula creation and use. *Seminars in Dialysis*, 16; 189, 2003.
- 13) 太田和夫, 大平整爾, 東 仲宣, 他:ブラッドアクセス作製にあたって~症例に応じたアクセスの選択と心構え~(座談会). *腎と透析*, 55(別冊); 23, 2003.
- 14) 相馬 泉, 木全直樹:透析用血管内カテーテル留置法~合併症の処置~. *臨牀透析*, 19; 1008, 2003.
- 15) 佐藤 隆, 姜 景智, 福成健一, 他:ブラッドアクセス合併症に対する Interventional Therapy. *臨牀透析*, 19; 999, 2003.

(平成15年11月29日/大阪府「大阪透析医会平成15年度講習会」)