

バスキュラーアクセス作製・管理と心機能との関連

室谷典義*¹ 澤野由季*¹ 榎本和夫*¹ 三橋 修*¹ 田畑祐輔*¹ 大森耕一郎*¹
田畑陽一郎*¹ 白鳥 享*² 大森 聡*² 森田泰正*²

*¹ 三橋病院 *² JCHO 千葉病院

key words: バスキュラーアクセス (VA), 心機能, 動脈表在化, 外科的手技

要 旨

血液透析患者にとってバスキュラーアクセス (以下 VA) は必要不可欠である。VA の作製・管理と、VA と心機能との関連について述べる。2020 年 12 月のわが国の透析患者は 347,671 人と報告されている。この中で VA を必要とする患者は 339,483 人である。VA にはシャントと非シャントがあるが、シャントは少なからず心機能に悪影響を及ぼすが非シャントは心機能に影響を与えない。それぞれの VA と心機能との関連については本文 3 で述べる。わが国は世界の国々の中でも突出した超高齢社会であり、透析患者全体の高齢化率は 69.1% である。高齢化とともに心機能も低下してくることを考えれば、極力心機能に悪影響を及ぼさない動脈表在化のような VA が求められる。VA の作製に関しては外科的手技の習熟、すなわち切る・剥がす・縫う・結ぶ、の手技を極めることが大事である。

はじめに

2020 年 12 月 31 日現在のわが国の慢性透析患者は 347,671 人と報告されている¹⁾。この中で血液透析を行っている患者は、339,483 人である¹⁾。体外循環治療のひとつである血液透析を行うためにはバスキュラーアクセス (VA) が必要不可欠である。VA はどのような形で進歩してきたのかについて以下に述べる。1. VA の歴史, 2. 現在の VA の種類について (自己血管内シャント, 人工血管内シャント, 動脈表在化, 留置カテ

ーテルについて実例を挙げながら解説する), 3. それぞれの VA と心機能との関連, 4. VA の合併症について。これら 1~4 のことを考え、その改良・改善が VA の未来に繋がるであろう。またわが国の透析患者の高齢化率は 69.1% であり¹⁾、特に 3 の心機能との関連が高齢化の進んだわが国の透析患者には重要なポイントとなるであろう。

1 VA の歴史

1960 年に Scribner が外シャントを考案し体外循環用の VA とした。1961 年には Shaldon が、大腿静脈留置カテーテルを考案。1966 年には Brescia-Cimino の内シャントが発明された。この内シャントの登場で長期透析が可能になったといっても過言ではない。1970 年には大腿動脈表在化の報告があり、1973 年には E-PTFE graft が登場した。

その後ポリウレタンやグラシルが登場し現在に至っている。

2 現在の VA の種類について

現在の VA の種類には、シャントと非シャントがある。シャントには自己血管内シャント、人工血管内シャントがある。非シャントには、動脈表在化と留置カテーテルがある。どれを選択するかは患者の状態、心機能、血管の状態等を考慮して行うべきであろう²⁾。当院では次に示すような流れで VA 手術の種類を決めている。VA 作製時に考えることは何か? 筆者は次

表1 自己血管内シャント (AVF)

- VA の中では開存率が良く、感染にも強い
- 前腕末梢から上腕まで左右でそれぞれ、数回の作製が可能
- 下肢でも可能
- 心機能に問題が無ければ第1選択となる VA である
- わが国の透析患者の約90%がAVFである
- シャントなので心負荷はある

のように考えて手術に臨んでいる。①どこに作製するか→できるだけ末梢の方から ②動脈のFlowは十分か？ ③静脈は心臓まで抵抗なく流れるか？ ④穿刺はしやすいか？ ⑤トラブル時に対応しやすいか？ ⑥シャントが患者さんに悪影響を及ぼさないか？ 特に心機能に注意 ⑦ちょっと待て！ グラフトはまだ早い！

2-1 自己血管内シャント

自己血管内シャント（以下 AVF : arteriovenous fistula）は、VA の中で最も成績が良いとされている。極力、非利き手の末梢から作製することが求められている。片手で数回の手術チャンスがあり、両手両足で試みるならばかなりの手術チャンスはあるが、初回シャントから作製部位に難渋する症例が増えている。これは透析歴の長期化と患者の高齢化に起因することが考えられる。AVF はシャントであるので少なからず心負荷があることは念頭におくべきである。表1にAVFの特性を示した²⁾。

2-2 人工血管内シャント

人工血管内シャント（以下 AVG : arteriovenous graft）は、表在静脈の荒廃等により AVF が作製できない症例で作製される VA である。現在わが国で使用可能な材質は3種類のものがある（E-PTFE、ポリウレタン、グラシル（PEP））。表2にAVGの特性を示した²⁾。AVG は AVF に比べ血流が多いことが多く、心不全の発生には注意が必要である。また人工血管は

表2 人工血管内シャント (AVG)

- 自己血管が荒廃した時に選ばれる VA である
- 現在わが国では3種類の材質が使用可
- 一旦、感染を起こすと治療が必要である
- 感染は早期に対応しないと敗血症・多臓器不全に進展する
- 心機能には大きな影響を及ぼす
- VA としては最後の手段と認識すべきである

生体にとっては異物であり、感染を起こすとその治療に難渋することがあり、敗血症から死の転帰をとらないように、その管理には細心の注意が必要である。

2-3 動脈表在化

動脈表在化は、主として心機能が低下している症例に適応となる、非シャントの VA である。透析患者の透析歴の長期化や高齢化とともに心機能低下症例が増えていることから、適応症例が増えている。動脈表在化の特性を表3に示した²⁾。2011年版のVAのガイドラインによれば、動脈表在化の適応は表4のようになっている。しかしながら2017年の統計³⁾では1.8%

表3 動脈表在化

- 心機能に問題のある患者で選択される VA である（非シャントであるため心機能に影響なし）
- 毎回透析の度に表在静脈の穿刺が必要
- 返血路に難渋することが多い
- 感染を起こすと治療が面倒
- 止血にやや時間がかかる
- 開存率はかなり良い

（文献2より）

表4 ガイドライン-1：動脈表在化の適応

- ① 内シャントによる心負荷に耐えられないと予想される症例、左室駆出率（EF）が30～40%以下を動脈表在化作製の目安とする
- ② 表在静脈の荒廃により内シャント手術が困難な症例
- ③ 吻合する適当な静脈が存在しない症例
- ④ AVF でスチール症候群が生ずると考えられる症例、もしくはAVF（AVG）を使用していて、すでにスチール症候群を呈している症例
- ⑤ AVF を作製すると静脈高血圧症をきたすと考えられる症例、またはすでに静脈高血圧症をきたしている症例
- ⑥ 頻回にアクセストラブルを発生する患者のバックアップ
- ⑦ 透析療法以外でも、長期にわたり血液浄化療法を必要とする、例えば家族性高脂血症患者などで作製されることがある

（文献2より）

表5 2008年と2017年の比較

	2008年 12月31日	2017年 12月31日
自己血管による動静脈瘻	89.7%	89.0%
人工血管による動静脈瘻	7.1%	7.3%
動脈表在化	1.8%	1.8%
長期留置カテーテル	0.5%	1.4%
その他	0.9%	0.5%
透析患者の高齢化率	55.1%	67.1%

わが国の慢性透析療法の現況（2017）より
（文献3より）

表6 留置カテーテル

- 穿刺をしなくて良いので患者は楽
- 閉塞・感染のリスクが高い
- 感染を起こせば抜去が第1選択
- 短期型のカテーテルは2週に1本のみ
- 長期型のカテーテルは手術室で挿入すべき
- お風呂に入りにくい
- 異物が体外に出ることとなる

(文献2より)

と、2008年の調査⁴⁾と変わっていないこと(表5)を筆者は危惧している。すなわち心機能が低下していると考えられる高齢者の割合が増えているのに動脈表在化が増えていないということを危惧している。シャントが心不全の原因となっている患者が増えている可能性がある。

2-4 留置カテーテル

留置カテーテルは、他のVAの作製が困難な時に選択される非シャントのVAである。AVGよりも感染の可能性が高く、感染を起こすと敗血症から死の転帰をとることがあり、筆者は極力選択しないようにしている。留置カテーテルの特性を表6に示した²⁾。

3 それぞれのVAと心機能との関連

VAには、シャントと非シャントがある。シャントには自己血管内シャント、人工血管内シャントがある(図1)。非シャントには、動脈表在化と留置カテーテルがある。シャントのVAは少なからず心機能に負荷をかけるが、非シャントのVAは心機能に影響を及ぼさない。VAの中でシャントは、動脈血が直接静脈に流れているもののことをいう。いったいどれくらいの血流があるのか？ 理想的なシャント血流は600～700 mL/分といわれているが、日常的に接するシャ

トでは1,000 mL/分位の血流がある。これは、24時間では1,440 リットルの余分な血流を心臓に拍出させていることに他ならない。

シャントが心機能に影響を与えていることは事実である。しかしながら、どの程度の血流量で悪影響を及ぼすのか、心不全の直接原因になっているのか等のエビデンスは報告が少ない⁵⁾。そこで、シャントが存在し心不全症状のある透析患者33例に対し、ドライウェイトのコントロールを行い、心不全が改善しなかった26例と心不全が改善した7例に分けて心機能について検討した。シャントを閉鎖またはシャントが流れない状況を作り、その前後の心機能を心エコーとスワンガンツカテーテルにて評価した。その結果を図2に示す。26例はシャント閉鎖と動脈表在化を行い、7例はシャントを圧迫しその前後の心機能を評価した。シャント閉鎖と動脈表在化を行った26例中21例に心不全の改善がみられた。シャント閉鎖術前後の心拍出量は、 4.45 ± 1.16 から 3.71 ± 1.11 L/min, ($p < 0.01$) 左室駆出率(以下EF)は 31.0 ± 9.40 から 43.3 ± 13.8 , ($p < 0.01$) に改善した。改善の見られなかった5例は比較的短期に死亡した。シャント閉鎖を行わなかった7例はドライウェイトを下げることで心不全の改善が見られた。これら7例のシャント圧迫前後の心拍出量は、 4.22 ± 1.24 から 3.72 ± 1.26 L/min, ($p < 0.01$) と変化が見られた。EFの平均は 45.3 ± 17.6 だった。(図3) これらのことよりシャントが心機能に悪影響を与えている症例が存在することが明らかになった。シャントが心不全の原因となっている可能性を常に考慮し、シャント閉鎖・動脈表在化という手段も念頭に置くべきである。十分な除水がなされている症例で、EFが30%以下であれば非シャントのVAを作製すべきであるし、EFが30～40%では非シャントのVA作製を考慮すべ

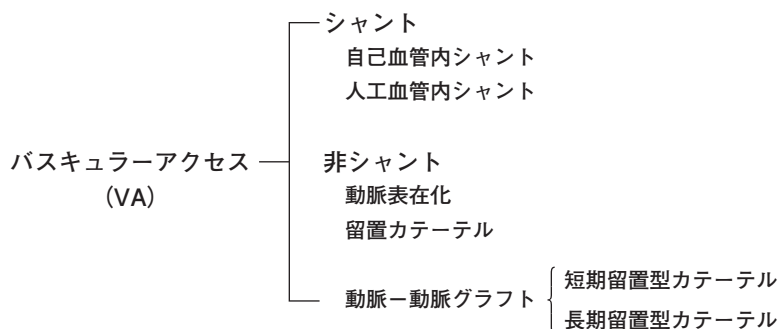


図1 バスキュラーアクセスの種類

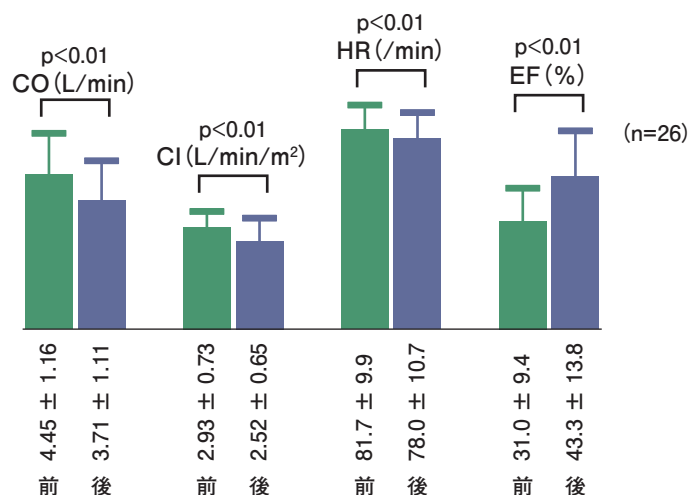


図2 心不全患者のシャント閉鎖術前後の心機能

CO : cardiac output, CI : cardiac index, HR : heart rate, EF : ejection fraction

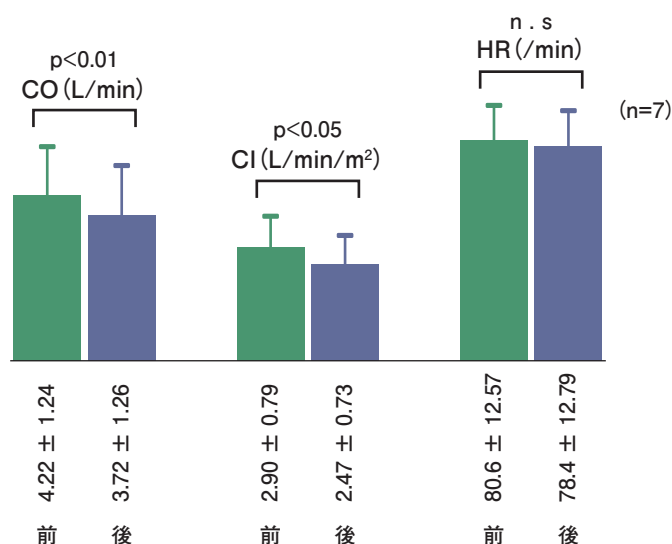


図3 シャント圧迫前後の心機能

きである。

動脈表在化を施行する症例では、長期留置カテーテルの適応になることが多いが、いずれを選択するかは、①患者の希望と QOL、②返血できる静脈の有無、③末梢循環、④上腕動脈の太さと石灰化の有無などによって、症例ごとに判断すべきである。

わが国の VA に関する調査は 2008 年に行われたもの⁴⁾と 2017 年に行われたもの³⁾がある。その比較を図 5 に示した。じっくりとこの比較の数値を見てもらいたい。何が問題なのかをよく考えてもらいたい。JCHO 千葉病院における VA 手術の決定は表 7 のごとくである。VA が患者に悪影響を及ぼさないことを重視している。表 5 と表 8 をよく比べてもらいたい。筆者が考えるには表 9 に記載したような理由かと思

表 7 JCHO 千葉病院での VA 手術の決定

- 血液透析が必要な患者に IC
- 心エコー検査
- 患者の ADL チェック
- 循環器内科コンサルト
- 極力、ガイドラインに沿った手術を選ぶ
- VA が患者に悪影響のないことを目指す

表 8 JCHO 千葉病院における VA 関連手術
わが国の慢性透析療法の現況との乖離は何故？

	2008 年の 1 年間	2017 年の 1 年間
手術	336 件	515 件
動脈表在化	45 件 (13.4%)	198 件 (38.4%)
(全国統計の動脈表在化)	(1.8%)	(1.8%)

表9 何故, JCHO 千葉病院では動脈表在化が多い

JCHO 千葉病院は循環器合併症を持った患者が多い?
 VA の術式選択には循環器内科に相談
 シヤント (AVF・AVG) は患者に心負荷!
 透析患者が心不全で亡くなっても……
 JCHO 千葉病院では心不全患者を診たらシヤントは?
 全国の先生方に動脈表在化を理解してもらう

血圧症: PTA または手術で治療: 緊急性低い. ③瘤形成: 手術で対応: 切迫破裂は緊急, 他は非緊急. ④感染: 手術で治療: 緊急性高い. ⑤スチール症候群: 手術で治療: 症例によっては緊急, 合併症の治療に当たっては, PTA でできるのか, 手術が良いのか, 緊急性はどうなのかを考えて治療に臨むべきである.

われた. すなわち, 我々透析医療従事者はシヤントが原因の心不全を作ってはならない.

4 VA の合併症

VA には種々の合併症があるが, 緊急に対策を講じなければならないものと少し時間の余裕があるものに分けて, その対策に臨むべきであろう. VA の合併症を列挙すると以下の①~⑤となる. ①狭窄・閉塞: 経皮的血管形成術 (percutaneous transluminal angioplasty; PTA) または手術で治療: 緊急性低い. ②静脈高

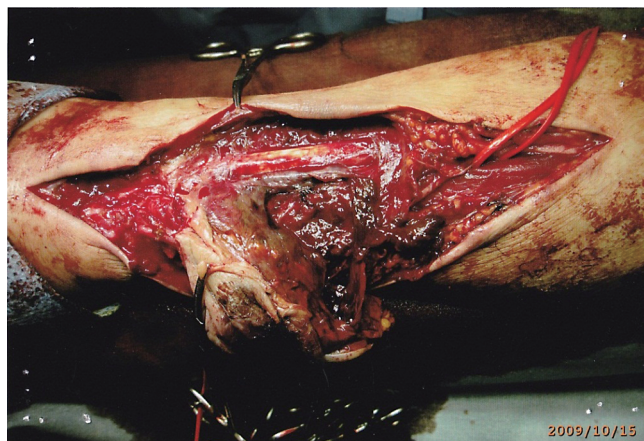
4-1 症 例

JCHO 千葉病院で経験した症例をあげるので, 読者の皆さんに考えて欲しい. 症例は, 56 歳男性, 2 年前に胸部大動脈解離 (DBⅢb) の診断を受けるも手術は不可能とのことで, 保存的療法を行っていた. 半年前, 播種性血管内凝固症候群 (DIC) を契機に慢性腎不全の悪化があり, 血液透析が開始となった. 当初は FDL (flexible double lumen) カテーテルにて透析を行っていたが頻回のトラブルがあり, 内シヤント手術を行った. 1 カ月の間に 3 回の AVF を行うもすべて閉塞.



図4 来院時の状況 (左手前腕, 左側末梢側)
 (シヤント瘤の切迫破裂でした)

術中 (図中央が破裂した瘤)



手術終了時 (瘤切除後)



図5 術中および手術終了時の状況

某大学病院を紹介され、左前腕内シャント手術施行。慢性 DIC の影響と思われる吻合部血腫が瘤化し数日で増大したため、緊急手術が必要との判断で当院紹介となった。来院時の状況を図 4 に示した。緊急手術を施行した。術中および手術終了時の状況を図 5 に示した。その後の経過は以下の如くである。シャント感染部除去後、1 カ月で右肘部グラフト移植 (AVG) を行うも、3 週目に感染を起こしグラフト全抜去。その後は、動脈直接穿刺にて透析を行っていたが、2 年 2 カ月後、左腸骨動脈瘤切迫破裂にて他院に入院。手術を行うも術後 3 日目に敗血症・多臓器不全にて永眠された。瘤は感染瘤と考えられ、手術を契機に敗血症になったと考えられる。本症例は、留置カテーテル、AVF, AVG, 動脈直接穿刺とほとんどの VA が施行されている。また、シャント瘤、グラフト感染の VA 合併症を併発しており VA のことを考えるには示唆に富んだ症例であった。

終わりに

まとめとして VA に求められる条件は何かを考える。A 側は、アプローチが簡単で十分な血流が得られること。V 側もアプローチが簡単で高血流に耐えられること。AV 共に大切なことは感染に強いこと、アプローチ時の痛みが少ないこと、人工物ならば生体適合性が良いこと等々があげられるが、現状ではなかなか困難な点が多い。今後の課題は、生体適合性を究極のところまで突き詰めていくことであろう。これらのことを考えつつ、VA の今後を考えていくことが大事である。VA の作製における手術手技は、切る・剥がす・縫う・結ぶ、の手技を極めることが大事である。

「切る」という操作は、メスで切るか鉗で切るか、どこをどの深さまで「切る」かがポイント。「剥がす」とは剥離のことであり、かなり高度な部分である。「縫う」作業は、正確に必要な箇所針をかけるかということになる。「結ぶ」という作業に対して新人の外科医には、10 万回程練習することで基本ができると教えている。手術手技の基本、切る・剥がす・縫う・結ぶ、については表 10~13 に示した。また手術の決定においてはもう一度、表 7 を見てもらいたい。特に重視しているのは「VA が患者に悪影響を及ぼさない」という点である。透析患者の死因では心不全が相変わらず第 1 位であるが、この心不全の中にシャン

表 10 切る

「切る」という操作は、メスで切るか鉗で切るか、どこをどの深さまで「切る」かがポイントとなる。メスの操作は 1 回のみで、必要とする深さまで切っている。メスも鉗も日頃より使い慣れて術者の指先と同じ感覚になることを目指すべきである。

表 11 剥がす

「剥がす」とは剥離のことであり、この「剥がす」操作は外科手技の中でもかなり高度な部分である。たとえば、シャント手術において動脈の露出を、いかに正確に安全に短時間で行うかは「剥がす」操作が大きなウェイトを占める。動脈には薄い膜があるが、この膜と動脈そのものの層の間を露出できれば動脈のテーピングは容易となる。また動脈表面の薄い膜は鉗を用いて剥がす。

表 12 縫う

「縫う」作業は、どれだけ正確に必要な箇所針をかけるかということになる。この作業は慣れることが大事である。

表 13 結ぶ

「結ぶ」という作業に対して新人の外科医には、次のように教えている。「1 本の絹糸で 50 回の糸結びの練習ができる。1 日 20 本を使って 1000 回、100 日続けて 10 万回、この位でやっと糸結びの基礎ができる」と。

トが原因となっているものがどれくらい存在するのか検討の必要がある。

利益相反自己申告：申告すべきものなし

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 (2020 年 12 月 31 日現在)。透析会誌 2021; 54(12): 611-657.
- 2) 日本透析医学会：2011 年版日本透析医学会「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: 855-938.
- 3) 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 (2017 年 12 月 31 日現在)。透析会誌 2018; 51(12): 732-733.
- 4) 日本透析医学会統計調査委員会：6) バスキュラーアクセスの現状。図説わが国の慢性透析療法の現況 (2008 年 12 月 31 日現在)。東京：日本透析医学会, 2009; 50-51.
- 5) 室谷典義, 白鳥 享, 大森 聡, 他：シャントは心不全の原因となっているか？。腎と透析 2020; 89 (別冊アクセス): 59-60.