

### 第 3 章 AVF の作製と管理

GL-1：術前に全身状態と末梢循環障害を評価した上で、術式や手術の施行時期を決定すべきである (O)。

1. 術前には全身状態の評価が必要である。AVF の手術を延期するか、もしくは他のアクセスにするかは、全身状態を総合的に判断して決定する (O)。
2. 全身感染症、著明な脱水や溢水、浮腫を有する場合は内科的な治療を行い、それらの症状が改善してから手術する (O)。
3. 明らかに溢水のない状態で心不全症状を呈している場合は、AVF の作製を避け、非内シャントアクセス（動脈表在化や長期留置型カテーテル）を選択することが望ましい (O)。
4. 術前から明らかな末梢循環障害がある場合は AVF 作製後のスチール症候群に十分注意する (O)。

GL-2：術前に理学的検査（視診、触診）による評価を必ず行う (O)。

1. 上肢全体を観察して以下の事項を確認する (O)。

- 片側の上肢の腫脹の有無
- 片麻痺の有無
- 肘関節の拘縮の有無
- 皮膚の乾燥状態や発赤、感染の有無

2. 動脈の評価には以下の事項を確認する (O)。

- 上腕、肘部および手関節部で動脈の拍動と固さ、太さを触知する。
- 橈骨動脈の拍動が弱い場合は尺骨動脈の拍動を触知する。
- 左右で血圧を測定する。血圧が著明に異なる場合は、中枢の動脈狭窄を疑い、血管造影などの検査を行う。

3. 静脈の評価は以下の手順で行う (O)。

- 駆血しない状態での静脈の観察と触知。
- 上腕で駆血した状態での視診、触診。
- 留置針による静脈のダメージの有無の観察。
- 前腕だけでなく、上腕部の橈側皮静脈が触知可能か否かを診察する。
- 静脈の連続性を認めない場合は、後述するように超音波検査で連続性の有無を確認する。

GL-3：術前の血管評価に超音波診断法は有用であるが、必須ではない(E/O)。

超音波検査にて前腕、上腕における動脈と静脈のサイズと連続性の評価することが可能である(E/O)。

GL-4：以下の場合には血管造影を施行しておくほうがよい(E/O)。

1. 浮腫が著明な患者（特に左右差があり、アクセス作製側の浮腫が著明な場合）(E)
2. 作製する側の側副血行路が発達している患者(E)
3. 作製する側に鎖骨下静脈からカテーテルや、ペースメーカー留置の既往のある患者(E)
4. 乳癌術後の患者(O)
5. 上肢、頸部の手術既往のある患者(O)

GL-5：手関節部もしくはタバチエール（Tabatière=anatomical snuff box）の AVF を第一選択とするが、最終的には患者の背景や全身状態・局所所見を総合的に判断して作製部位を決定する(E/O)。

1. 作製可能な AVF を表 1 に示す。
2. 作製部位は、表 2 を考慮して総合的に決定する(O)が、可能な限り手関節部もしくはタバチエールの AVF を第一選択とする(E/O)。
3. 手関節部で AVF の作製が困難と考えられた場合、すぐに肘で作製するのではなく、前腕の中央部で AVF を作製するべきである(O)。
4. 橈側皮静脈が細く尺側皮静脈が太い場合は、尺側皮静脈を用いた AVF を考慮する(E/O)。

表 1：作製部位

タバチエール AVF  
 手関節部の radiocephalic AVF  
 前腕中央部の radiocephalic AVF  
 前腕の尺側皮静脈を用いた AVF  
 肘窩部の AVF  
 上腕部の AVF

表 2：作製部位を決定するのに考慮する因子

動脈の径と壁の石灰化  
 静脈の径と連続性  
 動静脈の走行と相互の位置関係  
 患者の全身状態、予後  
 末梢循環不全の有無

## 心機能

GL-6：前腕での AVF 作製が困難，不可能と判断した場合は，肘または上腕での AVF を考慮する (E/O)。

1. AVF は，肘部や上腕でも作製可能。この部位は手関節部での作製が困難な場合はよい選択部位である (E)。
2. 肘部の AVF はグラフト移植に先立って施行することが推奨される (O)。
3. 表在の静脈での AVF 作製が困難で，かつグラフト移植の適応とならない場合は，尺側皮静脈をトランスポジションした AVF (basilic vein transposition) が可能である (E)。

GL-7：吻合方法としては，機能的に動脈側-静脈端が推奨される (O)。

GL-8：一般内科医は，腎不全患者をなるべく早期に腎不全専門医へ紹介すべきである (E/O)。

1. 腎不全専門医への紹介のタイミングが早ければ早いほど，カテーテルによる透析導入の割合が減少する (E)。
2. カテーテルで導入した患者は，VA の開存率が低い (E)。
3. 従ってカテーテル導入を減少させるには，一般内科医から腎不全専門医，および腎臓内科医から手術を担当する医師への早期の紹介が必要である (E/O)。

GL-9：開存率に影響を与える因子を考慮して作製・管理を行うべきである (E/O)。

1. 患者の背景（年齢，性，原疾患，病態）は，開存率に影響を与える (E)。
2. カテーテル留置の有無 (GL-8 を参照)
3. 穿刺時期 (GL-12 を参照)
4. 術者により AVF の開存率が異なる (E/O)。

GL-10：術後発育不全を呈する症例に対しては，術後 2 週間以内にその原因精査を行い，適切な処置をとることが望まれる (E/O)。

1. 術後 2 週間しても透析に十分な血流が得られない場合は中枢の再建術または PTA を考慮すべきである (E/O)。
2. AVF の血栓に対しては，なるべく早く治療を行う。吻合部近傍の狭窄が原因の場合は，狭窄部の中枢で再建するのが良い。中枢の静脈の狭窄が原因の場合は，外科的な血管形成術もしくはインターベンション治療が可能である (O)。

GL-11：術後に適切なモニタリングを行うことが推奨される (E/O)。

1. 術後，シャントスリルとシャント音のモニタリングが重要である (O)。

2. 術直後にスパズムによりシャント血流が低下する症例に対しては、ヘパリン（または低分子ヘパリン）を 2,000～3,000 単位静注することが推奨される (O)。
3. 24 時間後と 3 週間後のシャント血流量、橈骨動脈の断面積の測定で AVF の発達を予測できる (E/O)。

GL-12：術後 14 日以降の穿刺が推奨される (E/O)。

## 解 説

GL-1：AVF 作製前には、患者の全身状態と末梢循環障害の程度を評価しなくてはならない。著明な溢水がないにもかかわらず、EF が 30% 以下の著明な心機能低下を認める場合は、AVF や AVG などの「動静脈シャント」を作製すべきではない。ただし腎不全末期は、溢水状態で心負荷がかかっていることが多いため、術前の心機能評価は慎重に行う必要がある。逆に脱水などで低血圧がある場合は、補液などで脱水状態を改善してから手術をするのがよい。また、全身感染症がある場合は、感染が消失してから手術を行うことが望ましい。糖尿病や、膠原病、著明な動脈硬化などが原因で末梢循環障害がある患者に対しては、AVF 作製後のスチール症候群の発生を十分考慮する必要がある。末梢循環障害が高度な患者では、AVF の作製を避けることが望ましい。

GL-2：AVF 作製前の動静脈の理学的な検査は、AVF の成否を決定する最も重要なものであり、十分時間をかけて行うことが肝要である。前腕だけでなく上腕の観察も必要である。

まず、左右上肢全体の観察をする。皮膚の状態や浮腫や発赤、肘関節の伸展をチェックする。関節の拘縮が著明な場合は、たとえ血管が良好であっても、AVF の作製に望ましくないことがある。一定の手順に従って、動脈の評価、静脈の評価を行う。片麻痺がある場合、アクセスの作製は麻痺側が好ましいが、麻痺側の血管が明らかに細く、AVF 作製が困難と考えられる場合は非麻痺側に作製する。

動脈に関しては触診が主となる。触診にて動脈拍動と壁の硬さ、石灰化の有無を確認する。上腕動脈、橈骨動脈、尺骨動脈の触診をする。動脈の拍動は患者の状態により変化するため、臥位で安静にした状態で行うのが望ましい。動脈拍動の左右差が大きい場合は、血圧が低い側の動脈の狭窄が疑われる。静脈は、前腕の橈側皮静脈、尺側皮静脈、肘部の肘正中皮静脈、上腕の橈側皮静脈の視診、触診を行う。次に駆血して同様の視診、触診を行う。手関節部に太い静脈があっても途中で途絶していることがあるため、静脈の連続性を確認することが大切である。

GL-3：動静脈の評価は、前述したように視診・触診が最も重要である。超音波診断法は必須ではないが、近年血管の客観的な評価法として注目されている。超音波検査の目的としては、① 触診にて不明瞭な静脈のマッピングを行う。② 上腕の尺側皮静脈など、深部静脈の情報を得る。③ 吻合予定部位の血管径を測定する。④ 血管壁（特に動脈壁）の厚さ、石灰化の有無を確認する。⑤ 動脈血流量を測定するなどがあげられる。

動脈は、上腕部の上腕動脈から始めて、肘下部で橈骨動脈と尺骨動脈の分岐部を確認し、前腕に向けて橈骨動脈と尺骨動脈を検査する。動脈は壁の性状や厚さや石灰化の有無のチェックが重要である。術前の血管マッピングの重要性が報告されている<sup>1,2)</sup>。Allon ら<sup>1)</sup>は、術前の duplex ultrasound でマッピングし、AVF の割合が 34% から 64% に増加したと報告している。RCAVF 作製には橈骨動脈の動脈径 2.0 mm 以上が推奨される<sup>2~4)</sup>。1.6～1.9 mm であれば作製することは可能であるが、動静脈とも 1.5 mm 以下の場合、成功率が低くなるため、中枢での作製が望まし

い。

橈側皮静脈の径としては、1.6~2.5 mm 以上が必要と報告されている<sup>2~5)</sup>。Mendes らは、AVF の発達が良好であった割合は静脈径 2.0 mm 以上が開存率 76%であったのに対して 2.0 mm 未満では 16%と有意に低く、AVF 作製には橈側皮静脈が 2.0 mm 以上あることが必要であると述べている。

このように、特に動静脈が細い患者では、AVF 作製前の超音波検査は非常に有用であるが、必ずしも全例に行う必要はないと考える。

GL-4：前腕から上腕にかけては、理学的検査と超音波検査で静脈のマッピングが可能であるが、鎖骨下静脈より中枢の静脈の情報は得られない。通常血管造影は必要ないが、上肢の浮腫の左右差が著明であったり、側副血行路が発達している場合は、中心静脈の狭窄の可能性<sup>7,8)</sup>がある。また、鎖骨下静脈よりカテーテルやペースメーカー留置の既往のある患者では、鎖骨下静脈の狭窄を呈している可能性が強く<sup>7~9)</sup>、静脈造影を施行しておいたほうがよい。

GL-5：近年の高齢者や糖尿病患者の増加に伴い手関節部に作製することが困難なことが多くなっている。最終的には表に示したことを総合して作製部位を決定するが、次に示すように手関節部の AVF の利点は多い。

- ① 将来の AVF 作製に際してより多くの静脈を温存できる (O)。
- ② 合併症が少ない (スチール症候群、血栓性閉塞、感染)<sup>10~13)</sup> (E)。
- ③ 成功すれば開存率が優れている<sup>10,11)</sup> (E)。
- ④ 穿刺できる静脈が長く取れる (O)。
- ⑤ 作製が容易 (O)。

前腕での尺側皮静脈を利用した AVF は、RCAVF と比べて開存率は低いが<sup>16)</sup>、グラフト移植する前のオプションとしては有用であり考慮すべきである。尺側皮静脈は、尺骨動脈だけでなく、皮下トンネルを作製して橈骨動脈や上腕動脈に吻合することも可能である。スナッフボックスの動静脈が十分太い場合は、タバチエール内シャントを作製することもできるが、その場合でも手関節部での AVF を第一選択としてもよい。タバチエール内シャントは手関節部の AVF と成績が同等であるとの報告があるが<sup>14,15)</sup>、ランダム化比較研究はない。手関節部で AVF の作製が困難な場合は、静脈を中枢に追っていき吻合可能な部位を決めるのがよく、すぐに肘部のシャントを選択してはならない。

GL-6：肘部の AVF 作製では、深部静脈交通枝を使用するのが良いと考えられる。Gracz fistula<sup>17)</sup>は、深部静脈をカフとして使用するものであるが、深部静脈を温存することも大切であり、カフにせず、深部静脈交通枝をそのまま吻合に使用することが推奨される。肘や上腕の橈側皮静脈が深くて穿刺困難な場合は、上腕で尺側皮静脈を表在化し、肘部で上腕動脈と吻合する basilic vein transposition が可能である。basilic vein transposition を施行する場合は、必ずエコーにて尺側皮静脈の走行、サイズ、連続性、上腕静脈との合流部をチェックし、剝離できる長さを評価することが重要である。transposition する長さが短い場合は、上腕動脈表在化を同時に行うことも考慮すべきである。basilic vein transposition は穿刺部の狭窄が生じやすく、また閉塞するとこの静脈を今後グラフト移植に使用できなくなるため、グラフト移植と十分に適応を吟味して行うことが推奨される。

GL-7：AVF では、動脈側-静脈端の吻合法が一般的に行われている。Brescia-Cimino の原法である動脈側-静脈側の吻合は sore thumb syndrome を呈することが多く、また過剰血流になる傾向が高い。また、動脈端-静脈端吻合は、スチール症候群や、吻合部瘤が生じにくいとする考え方があるが、プライマリー AVF では、動脈径が小さいために吻合口が規定され、動脈端-静脈端吻合では十分

な血流を得ることが難しいと考えられる。久木田ら<sup>18)</sup>は、端端吻合、側端吻合、側側吻合の血流量を比較したところ、有意差を認めなかったものの、端端吻合で血流量が少ないことを示している。吻合の容易さ、初期不成功率の低さ、合併症の少なさを考慮すると側端吻合が推奨される。

- GL-8: 腎不全専門医への紹介のタイミングが遅れると、テンポラリーカテーテルが必要となる可能性が高くなる<sup>11,19,20)</sup>。CHOICE study<sup>19)</sup>は、腎臓専門医への紹介のタイミングと透析用のカテーテルの有無の関係を調査したものである。80 施設の 1,041 人の患者が登録され、そのうちの 356 人で調査が行われている。カテーテルで透析導入となった患者は、全体の 68%であった。AV アクセスを初回の透析から使用できた割合は、腎臓専門医への紹介が透析導入の 1 か月以内、1 から 4 か月、4 から 12 か月、12 か月以上ではそれぞれ 10%、32%、28%、46%であった。また透析導入 3 か月後の時点では、AV アクセスを使用している割合は透析導入 1 か月以内で 56%、1 か月以上で 74%であった。また、テンポラリーカテーテル使用により、アクセスの開存率が低下することも明らかにされている<sup>21)</sup>。
- GL-9: 女性、高齢者、糖尿病患者ではプライマリーアクセスの開存率が低いとする報告が多い。高齢者では AVF の開存率が有意に低い<sup>22,23)</sup>。Woods ら<sup>22)</sup>は 245 例の AVF 不全について検討し、65 歳以上の患者では、そうでない患者と比べて開存率が有意に良好であると報告している。女性<sup>24,25)</sup>、糖尿病患者<sup>25,26)</sup>では開存率が低いとする報告が多い。Prischl ら<sup>27)</sup>は、7 名の外科医による RCAVF 作製後の開存率を報告している。これによると、外科医間の hazard ratios が 0.65~2.21 であり、術者により AVF の開存率が異なると考えられる。
- GL-10: Allon ら<sup>11)</sup>は多くの文献を調べ、AVF の初期不成功の割合が 2~53%と非常にばらつきがあることを報告している。一方、大平ら<sup>28)</sup>は 23 施設にアンケート調査を行い、5,007 例の初期不成功率を計算した。初期不成功率は 0.8%から 23.6% (平均 7.6%) と施設間でかなりの違いが認められたが、その約 70%で修復が可能であったと報告している。術後 2 週間しても透析に十分な血流が得られない場合は、触診、聴診、超音波検査などで狭窄部を同定した後、中枢で再建術を行うか、PTA を施行するかを決める。明らかな狭窄がないのにもかかわらず十分な血流量が得られない場合は、肘部での再建、グラフト移植、もしくは動脈表在化手術を考慮するのがよい。術後早期に血栓性閉塞をきたした場合は、その原因が吻合部近傍の狭窄であれば、すぐ中枢側で再建術を行うことが推奨される。ただ、中枢の静脈の狭窄が原因である場合は、外科的な血管形成術もしくはインターベンション治療のいずれを選択してもよい。
- GL-11: スパズムは吻合直後から 30 分がピークで、症例によっては完全にシャント音が消失する。その後、スパズムがとれるとシャントが再開通するが、そのときに血栓を生じないように、シャント音が消失する前にヘパリン(または低分子ヘパリン)を投与するのがよい。橈骨動脈の断面積 8.5 mm<sup>2</sup>または、静脈流量が 425 mL/min 以上あれば、それぞれ 95%と 97%でそのシャントが発育して使用できることが報告されている<sup>29)</sup>。Wong ら<sup>30)</sup>は、AVF 作製 24 時間後にシャントの流速を測定した。成功例では平均 0.53 m/s、シャント不全例では平均 0.18 m/s であり、術後 3 週間目の血流量と血管径も成功例と失敗例で有意差があったと報告している。術後 24 時間と 3 週間目の検査の結果を総合することで AVF が良好に発達するかどうかを予測することができると考える。
- GL-12: DOPPS のデータでは、Rayner らは、AVF 作成後 43~84 日後に穿刺した AVF に比べて 14 日以前に穿刺した症例では 2.27 倍アクセス不全をきたすリスクが増加すると報告している<sup>31)</sup>。AVF を作製してから最初に穿刺するまでの平均期間は、日本 25 日、イタリア 27 日、ドイツ 42 日、スペイン 80 日、フランス 86 日、イギリス 96 日、米国 98 日と各国でばらつきがみられた。諸外国と比べて日本では、早期に穿刺する傾向が強い。初回透析時の QB は、日本が 160 mL/min、

欧州各国は、200～265 mL/min、米国は 300 mL/min と差があるが、このことは穿刺までの期間の差に関係しているかもしれない。静脈が十分太くシャント血流量が良好で、カテーテル挿入して透析するより、早期穿刺のほうにメリットがあると考えられる場合は、14 日以内の穿刺も可能である。