

第 8 章 バスキュラーアクセス機能のモニタリング

(1) AVF 機能のモニタリング

GL-1 : VA 機能をモニターする確かなプログラムを確立する (E).

GL-2 : 理学的所見の評価

AVF においては流出静脈が表在性であるため理学的所見が非常に重要である。シャントスリル、シャント雑音、シャント静脈全体の触診(狭窄部位確認)、ピロー状態評価、止血時間の延長、シャント肢の腫脹。これらの所見を毎週観察するべきである (E)。

GL-3 : VA 血流量の測定

超音波希釈法・超音波ドップラー法・クリットライン法による VA 血流量の測定は侵襲が少なく VA 機能把握に有用である (E)。定期的に VA の血流量を測定し、500 mL/min 未満またはベースの血流量より 20%以上の減少は狭窄病変が発現している可能性がある (O)。

GL-4 : 再循環の測定

再循環率は参考として可能であれば測定する。再循環率の測定は尿素法によらない希釈法または下記に示す尿素希釈法により測定する。3 点法の尿素希釈法は使用してはならない (E)。2 回以上の再循環率の測定で、尿素希釈法を用いた場合は 15%以上、尿素法以外の希釈法を用いた場合は 5%以上であればその原因を検索する必要がある (O)。

- 尿素希釈法による再循環率の測定法
- 血液透析開始後 30 分に限外濾過を停止して測定する。
 - a. 動脈側 (A) と静脈側 (V) からサンプルを採血する。
 - b. 採血後すぐに血流量を 120 mL/min に低下させる。
 - c. 血流を下げた後 10 秒後に血液ポンプを停止する。
 - d. 動脈側のサンプルポートの下流をクランプする。
 - e. 動脈側のサンプルポートより採血する (S)。
 - f. クランプをはずし、血液透析を再開する。
 - g. A, V, S の尿素窒素濃度を測定し、再循環率 (R) を計算する。
$$R = (S - A) / (S - V) * 100$$

GL-5 : MR アンギオグラフィー, 3 次元 CT, 超音波

VA の病変が疑われた場合、その狭窄病変部位の同定には有用である (O)。

GL-6：血管造影，DSA

血管拡張術および外科的な再建術適応決定および評価に有用である (E)。

解 説

- GL-1：VA は日々の治療で使用されるものであり，穿刺や止血の状況によって日々機能が変化すると考えられる。また，CSN のガイドラインにおいても VA 機能のモニタリングプログラムを確立することが必要であると第一に述べられている¹⁾。このことは日常の診療において VA 機能モニタリングに対する姿勢を規定することであり，最も重要な要素であると考えられる。具体的には毎週理学的所見を観察し，3 か月に 1 回 VA の血流量を測定し，異常があればさらなる検索を行うというように当該施設の実状に沿ってプログラムを策定する必要がある。
- GL-2：VA 吻合部の狭窄では VA 全体のスリルが弱くなり，狭窄部で高音の狭窄音が聴取される。VA 吻合部から離れた部位の狭窄では，狭窄よりも吻合部寄りではスリルが減弱し，拍動として触知され，狭窄部より中枢側ではスリルは触知されるが狭窄音が聴取されることが多い。また，狭窄部は血管のほかの部位と異なり，弾性硬に触知されることが多い。このように AVF では理学的所見を継続的に評価することにより VA 機能をモニタリングすることが可能であり，非常に有用な手段であることは日常診療で確認されている²⁾。
- GL-3：上記の 3 種類の測定法を用いた VA の血流量の測定に関しては DOQI ガイドラインでは AVF については 600 mL/min 未満になれば狭窄を疑って血管造影を行うことを推奨している。CSN ガイドラインでは 500 mL/min 未満またはベースの血流量より 20%以上の減少が出現した場合は狭窄を疑うべきと述べている。また Beathard ら³⁾は 400 mL/min 未満になれば血栓形成の可能性が高くなると述べている。さらに，ヨーロッパの Vascular access society は CSN のガイドラインを推奨している。わが国では主に VA の血流量は超音波ドップラー法で測定されている報告が多いが，VA 血流量は機能良好な群で 500~1,000 mL/min であり^{3~15)}，機能不良群との境界は 500 mL/min^{6,11,15)}と報告されている。超音波ドップラー法による測定は施行者によるばらつきが多いことおよび経時的な変化が重要であると考えられることから，本ガイドラインでは VA の血流量とその変化率を用いて VA 機能をモニタリングすることを推奨する。
- GL-4：DOQI ガイドラインでは再循環率の測定を AVF 機能の評価には有用性が劣るとしているが，CSN ガイドラインでは上記のようなガイドラインを推奨している。しかし，再循環率は検出感度が劣り，わが国においては報告が少ないため，VA 機能モニタリングの参考として使用することが望ましい。
- GL-5：医療機器の進歩に伴い血流速度の速い VA に対しても，その形態的な評価に MR アンギオグラフィーや 3 次元 CT が応用されるようになってきている。特に 3 次元 CT は VA を立体的に評価することが可能で VA 再建術の術式を決定する際に有用であるとの報告もなされている^{16~18)}。MR アンギオグラフィーは造影剤を使用せずに VA の形態を評価できるため，解像度が向上すれば非常に有用な手段になると考えられる^{19,20)}。血流量の測定に超音波が有用なことはすでに述べたが，パルスドップラー法は波形を用いてシャント血流を評価することが可能であり，その解析には拍動係数 (pulsatility index) と，抵抗係数 (resistive index) が有用である²¹⁾。
- GL-6：VA 機能を形態的に評価する手段としては血管造影，DSA が最も有効な手段であると考えられる。問題は血管を穿刺して造影剤を注入しなければならないことである。しかし，VA 機能のモニタリングを行って，何らかのインターベンションを施行する場合には最も有効な評価法であると考えられる^{22~26)}。

(2) AVG 機能のモニタリング

GL-1 : VA 機能をモニターする確かなプログラムを確立する (E).

GL-2 : 理学的所見の評価

AVG においては流出静脈が表在性でない場合もあるがグラフトは表在性であり理学的所見が非常に重要であることに変わりはない。シャントスリル、シャント雑音、シャント静脈およびグラフト全体の触診(狭窄部位確認)、ピロー状態評価、止血時間の延長、シャント肢の腫脹。これらの所見を毎週観察する (E)。

GL-3 : VA 血流量の測定

超音波希釈法・超音波ドップラー法・クリットライン法による VA 血流量の測定は侵襲が少なく VA 機能把握に有用である (E)。定期的に VA の血流量を測定し、650 mL/min 未満またはベースの血流量より 20%以上の減少は狭窄病変が発現している可能性がある (O)。

GL-4 : 再循環の測定

再循環率の測定は尿素法によらない希釈法または下記に示す尿素希釈法により測定する。3点法の尿素希釈法は使用してはならない (E)。2回以上の再循環率の測定で、尿素希釈法を用いた場合は 15%以上、尿素法以外の希釈法を用いた場合は 5%以上であればその原因を検索する必要がある (O)。

GL-5 : 静脈圧の測定

静脈圧の継続的な上昇は AVG の機能不全を反映する (E)。

GL-6 : 透析効率の測定

予測されない透析効率の低下 (URR, Kt/V) は AVG 機能の低下を反映する (O)。

GL-7 : MR アンギオグラフィー, 3次元 CT, 超音波

VA の病変が疑われた場合, その狭窄病変部位の同定には有用である (O)。

GL-8：血管造影，DSA

血管拡張術および外科的な再建術適応決定および評価に有用である(E)。

解 説

GL-1：VAは日々の治療で使用されるものであり，穿刺や止血の状況によって日々機能が変化すると考えられる。また，CSNのガイドラインにおいてもVA機能のモニタリングプログラムを確立することが必要であると第一に述べられている¹⁾。このことは日常の診療においてVA機能モニタリングに対する姿勢を規定することであり，最も重要な要素であると考えられる。具体的には毎回の透析時に理学的所見を観察し，3か月に1回VAの血流量を測定し，異常があればさらなる検索を行うというように当該施設の実状に沿ってプログラムを策定する必要がある。グラフトを使用した場合のVA機能の評価は自己動静脈を用いたVAよりも厳密に行う必要があることはいうまでもないことであり，そのことを各施設においては再確認する必要がある。

GL-2：自己動静脈のVAと同様に，グラフト動脈側吻合部の狭窄ではVA全体のスリルが弱くなり，狭窄部で高音の狭窄音が聴取される。グラフト静脈側吻合部狭窄では，狭窄よりも吻合部寄りではスリルが減弱し，拍動として触知され，狭窄部より中枢側ではスリルは触知されるが狭窄音が聴取されることが多い。さらに，再循環が起こっている場合には動脈穿刺部位と静脈穿刺部位の間を用手的に閉塞させると静脈圧の上昇が観察される(図1)。また，流出静脈の狭窄により上肢の腫脹や止血時間の延長があらわれることがある。このようにグラフトを用いたVAでも理学的所見を継続的に評価することによりVA機能をモニタリングすることが可能であり，非常に有用な手段であることは日常診療で確認されている²⁾。

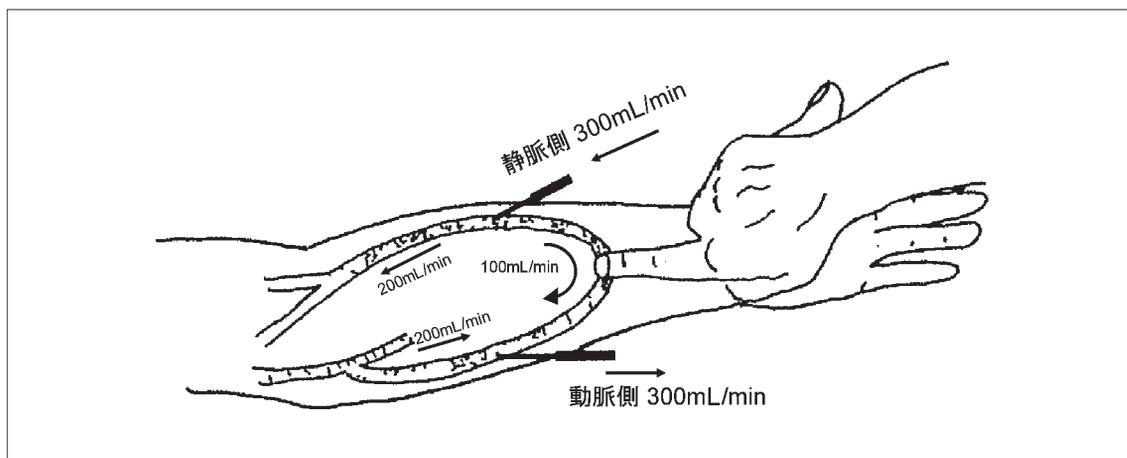


図 1：再循環があった場合のグラフト内シャントの閉塞試験の方法。血流量を 300 mL/min にした場合に静脈側から 100 mL/min の再循環があれば，グラフトを用手的に閉塞すると静脈側への還流が急激に 300 mL/min へ増加するため，静脈圧の上昇が観察される。

GL-3：北米においてはグラフトを用いたVAが大半を占めており，わが国よりも非常に多くの経験が蓄積されている。Beathardら²⁾はグラフトを用いたVAの血流量を測定した報告をまとめているが，血栓の発生率が高くなる血流量は 300~800 mL/min の広い範囲になり，最低血流量の絶対値を決定することは難しいと考えられた。しかし，継続的な血流量の低下は血栓の発生率を高めると考えられた。一方，DOQIガイドラインでは血流量 650 mL/min 未満または血流量 1,000 mL/min 未

満で4か月間で25%以上の血流量の低下がある場合は血管造影を施行して狭窄の有無を調べることを推奨している。CSNのガイドラインでは血流量 650 mL/min未滿または20%以上の血流量の低下をさらなる検索の基準としている。Vascular Access Societyのガイドラインでは血流量の絶対値を決定することはできないがその経時的な変化を測定することが有用であると述べている。グラフトを用いたVAの血栓発生率が自己動静脈を用いたVAの血栓発生率よりも高いことを考慮して、本ガイドラインを提案することとした。

GL-4: 再循環率の測定は前述のとおり行うこととする。DOQIおよびCSNのガイドラインでグラフトを用いたVAの機能評価には再循環率の測定が有用であることが示されている。したがって、本ガイドラインでも同じ診断基準を採用することとした。

GL-5: グラフトを用いたVAの場合は、グラフト自体が血压程度の圧力によっては変形しないため、流出静脈の吻合部を含めた狭窄が静脈圧に影響を与える。わが国においては一般的に透析中の静脈圧の変化を基準にしてその狭窄を評価する試みがなされている。これはDOQIガイドラインに示されている動的な静脈圧を意味することになる。この動的静脈圧は穿刺針のゲージ・回路の形状および血流量に大きな影響を受けることは当然である。そこで、DOQI・CSN・Vascular Access Societyのガイドラインでは静的な静脈圧を測定することを推奨している。その原理を述べると透析を開始して回路内が血液に置き換わった時点で血液ポンプを停止する。その際に静脈チャンバーとダイアライザーの間をクランプする。クランプ30秒後に安定した静脈圧を静的静脈圧として記録する。この操作方法で測定した静的静脈圧の経時的変化は動的な静脈圧よりも流出静脈の狭窄の程度を正確に反映すると考えられる。わが国以外では動脈チャンバーが血液ポンプよりも体に近い側に存在するため、グラフトの場合は動脈圧も測定できることから、動脈圧と静的静脈圧の比から流出静脈の狭窄が判定できることになるが、本ガイドラインでは動的静脈圧よりも静的静脈圧がより正確に流出静脈の狭窄を診断できることを示したい。

GL-6: グラフトを用いたVAの場合は機能が低下すると再循環率が上昇することになる。したがって、血流量増加に見合うだけの透析効率の増加がなければVA機能の低下が示唆されることは当然である。DOQI・Vascular Access Societyのガイドラインに述べられているように予期せぬ透析効率の低下はVA機能の低下を意味することは当然である。

GL-7: 医療機器の進歩に伴い血流速度の速いVAに対しても、その形態的な評価にMRアンギオグラフィや3次元CTが応用されるようになってきている。特に3次元CTはVAを立体的に評価することが可能でVA再建術の術式を決定する際に有用であるとの報告もなされている¹⁶⁻¹⁸⁾。MRアンギオグラフィは造影剤を使用せずにVAの形態を評価できるため、解像度が向上すれば非常に有用な手段になると考えられる^{19,20)}。血流量の測定に超音波が有用なことはすでに述べたが、パルスドップラー法は波形を用いてシャント血流を評価することが可能であり、その解析には拍動係数 (pulsatility index) と、抵抗係数 (resistive index) が有用である²¹⁾。

GL-8: VA機能を形態的に評価する手段としては血管造影、DSAが最も有効な手段であると考えられる。問題は血管を穿刺して造影剤を注入しなければならないことである。しかし、VA機能のモニタリングを行って、何らかのインターベンションを施行する場合には最も有効な評価法であると考えられる²²⁻²⁶⁾。