

ドップラーエコーによる機能的血流動態を踏まえた自己血管内シャントのトラブル管理

松田 浩明¹⁾ 岡 良成¹⁾ 高津 成子²⁾ 宇野 太³⁾ 楳田 祐三³⁾
丸山 昌伸³⁾ 近藤 喜太³⁾ 竹原 清人³⁾ 宮崎 雅史¹⁾

¹⁾: 腎不全センター 幸町記念病院 外科 ²⁾: 腎不全センター 幸町記念病院 内科
³⁾: 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科消化器外科学

キーワード: バスキュラーアクセス, ドップラーエコー, アクセス機能評価

I はじめに

今回、バスキュラーアクセス (VA) 評価にドップラーエコー (DUS) を導入、自己血管内シャント (AVF) での血行動態の把握と VA トラブルに対する治療における有用性について検証した。

II 対象と方法

2011年10月~2012年5月にDUSで評価した手首でのradio-cephalic AVF またはTabatiere AVFの計102例、DUSの目的別に1.サーベイランス群 (定期検査として施行) 88例と2.エピソード群 (VAトラブル時に施行) 14例に分けて解析を行った。

(1) 「機能的AVF」における血行動態の解析

サーベイランス群の内、導入手術のみでPercutaneous transluminal angioplasty (PTA) を含む修復・再建既往がなく、橈骨動脈 (RA) 吻合部遠位側の血流が逆行性のAVFを「機能的AVF」と定義し、該当する症例の内、上腕動脈 (BA)、RA、尺骨動脈 (UA) の血流量 (FV)、AVF・FV (RA吻合部近位側の順行性FV + 吻合部遠位側の逆行性FV) を測定した42例において、各血流間の相関を単回帰分析で解析、またBAからAVFに至る分流動態を検証した。

(2) サーベイランス群・エピソード群間の比較によるVAトラブル予測

サーベイランス群とエピソード群間でBAのFVと血管抵抗指数 (RI) を測定、Receiver Operating Characteristic (ROC) CurveからVAトラブルを引き起こすCut off値を求めた。またRA吻合部遠位側の血流方向に焦点をあて両群間で比較検討した。

統計解析はJMP 9 (SAS Institute Inc.) を使用、質的変数は χ^2 square test (Fisher's exact probability test)、量的変数はMann-Whitney's testで検定した。

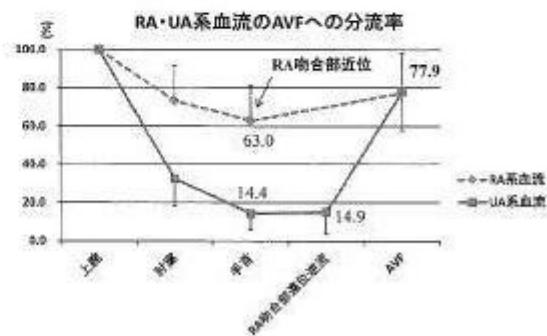
データは平均±標準偏差で表示し、 $P < 0.05$ で有意差ありとした。

III 結果

(1) 「機能的AVF」における血行動態の解析

「機能的AVF」のAVF・FVはBA・FVと有意な正の相関を示し、その回帰式は $AVF \cdot FV = 0.79 \times BA \cdot FV - 6.46$ であった ($P < 0.001$, $R^2 = 0.75$)。さらに相関行列で解析した結果、AVF・FVに最も相関があるのはBA~RAから順流で直接流れ込む血流 ($P < 0.0001$) であったが、UAから手掌動脈弓 (Palmar arch: PA) を介してRA吻合部遠位側から逆行性に流入する血流とも相関を認めた ($P < 0.05$)。実際にBAからAVFに流入する分流動態を解析すると、RAから直接AVFに流入するのはBA・FVの63.0%、一方、UAからPAを介してRA吻合部遠位側から逆流してシャントに流入する血流はBA・FVの14.9%となり、合わせてBA・FVの77.9%がAVF・FVであった。またAVF・FVに占めるRA遠位の逆行性FVの割合は19.1%であった (図1)。

(2) サーベイランス群・エピソード群間の比較による



上腕動脈血流量を100%とする。上腕動脈の63.0%の血流が直接橈骨動脈 (RA) から、上腕動脈の14.9%の血流が尺骨動脈 (UA) ~ 手掌動脈弓を介してRA吻合部遠位側から、合わせて上腕動脈の77.9%の血流がAVFへ流入する。またAVF血流量に占めるRA吻合部遠位側からの逆行性血流の割合は19.1%であった。

図1 上腕動脈からAVFへの分流動態

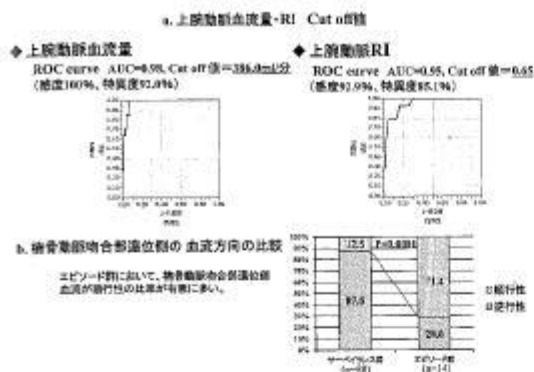


図2 サーベイランス群とエピソード群の比較

VAトラブル予測

BA・FVはサーベイランス群で 869.2 ± 488.0 ml/分、エピソード群で 239.7 ± 97.1 ml/分となりエピソード群で有意に少なかった ($P < 0.0001$)。またBA・RIではサーベイランス群 0.54 ± 0.10 、エピソード群で 0.76 ± 0.12 で、エピソード群で有意に高値を示した ($P < 0.0001$)。ROC Curveで求めた両群間でのCut Off値はBA・FVが 386.0 ml/分、BA・RIが 0.65 であった (図2a)。RA吻合部遠位側の血流方向に注目すると、サーベイランス群に比してエピソード群で同血流方向が順行性である比率が有意に高く (サーベイランス群12.5% vs. エピソード群71.4%, $P < 0.0001$ 、図2b)、エピソード群の内、AVF修復 (PTAを含む) を施行した症例7例中4例が修復前の同血流が順行性であったが、その内の2例が修復後に逆流に転じた。

IV 考察

VA機能不全に陥るBAに関するCut Off値の研究によると、BA・FVで 350 ml/分、BA・RIが 0.663 と報告されている¹⁾²⁾。当院では、脱血不良、穿刺困難、止血困難など、QB 200 ml/分以上で透析が安定して継続できない場合をVAトラブルとしてVAの修復・再建の適応としている。当院でのCut Off値はBA・FV 386.0 ml/分 (感度100%、特異度92.0%、陽性適中率66.7%)、BA・RI 0.65 (感度92.9%、特異度85.1%、陽性適中率48.1%)であった。RIに関してVAトラブルの見落としがないように感度を100%にするとCut Off値は 0.60 となり、当院の数値は既存の報告値とはほぼ等しい。サーベイランス目的にDUSを行った症例でもCut Off値に近い症例や、穿刺範囲の短い肘窩AVF、1本道のAVFなどは閉塞を含めたVAトラブルのリスクが高いため、日常からVAモニタリングを慎重に行っている。

AVF・FVはBA・FVに近似するとされているが、

シャント肢の血流動態に関する詳細な報告は少ない³⁾。Allen's test陰性でPAが開存している症例では術直後からRA吻合部遠位側血流は通常逆行性である⁴⁾。今回、AVF修復の既往がなく吻合部遠位が逆行性血流である「機能的AVF」の血行動態検証の結果、BA・FVとAVF・FVは有意な正の相関があり、その単回帰式や分流動態の解析からAVF・FVはBA・FVの約80%であった。サーベイランス群とエピソード群の比較において陽性適中率を90%に上げるとBA・FVのCut Off値は 236.6 ml/分になるが、AVF・FVはその80%の 189.3 ml/分であるためQB 200 ml/分では脱血できないことは明らかである。

またRA吻合部遠位側の血流方向に注目してサーベイランス群とエピソード群とで比較してみると、エピソード群で圧倒的にRA吻合部遠位側が順行性血流である比率が有意に高く、AVF修復・再建後に同部の血流が逆行性に戻る症例がみられた。このことから、修復で吻合部から流出静脈の狭窄が改善し血管抵抗が減少することによりRA近位から直接AVFに流入する血流が増加するだけでなく、PAを介してRA遠位側からAVF方向へ逆流する、つまり機能的な血行動態に復するものと考えられた。RA吻合部遠位側の血流方向は、PAの開存の程度や末梢毛細血管抵抗値に関係するものの、吻合部から流出静脈の狭窄の程度も反映する可能性が高い。

AVFにおける「生理的」、「機能的」な血行動態を理解することはVA管理に重要であり、その動態の変化にはVAトラブルが潜んでいる危険性がある。DUSはVAの形態かつ血流量という機能評価が視覚的にできること、また医師以外のコメディカルも施行できるという点において非常に有用であり今後もさらに普及するであろう。

V 文献

- 1) 村上康一, 猪又扶美, 奈良起代子, ほか: シャント管理における超音波パルスドップラー法の有用性について. 腎と透析 55 別冊アクセス2003: 39-43, 2003
- 2) 春口洋昭: シャント機能とは? バスキュラーアクセス診断学. 中外医学社: 32-45, 2012
- 3) Sivanesan S, How TV, Bakran A: Characterizing flow distributions in AV fistulae for haemodialysis access. Nephrol Dial Transplant 13: 3108-3101, 1998
- 4) Malik J, Slavikova M, Maskova J: Dialysis access-associated steal syndrome: The role of ultrasonography. J Nephrol 16: 903-907, 2003