原 著

シャント血流量と再循環指数の検討

佐々木 憲二 野田 昌代 益田 真理 石田 悦弘
 平尾 健谷 本宮 善恢
 翠悠会本宮医院

key words : shunt blood flow volume, fractional recirculation, pulse doppler

〈要旨〉

32名の維持透析患者を対象として再循環指数(R値)を求め、パルスドップラー法により測定したシャント流量(Q_B)との比較を行った。非シャント肢およびシャント肢の血流量は各々 $28.3 \sim 235.0$ ml/min (67.7 ± 44.6 ml/min) と $55.0 \sim 576.0$ ml/min (303.0 ± 152.1 ml/min) で、これらから算出された Q_B は $15.4 \sim 466.2$ ml/min (238.5 ± 137.8 ml/min) であった。BUN 値および Cr 値で算出された R 値とシャント流量とは各々 $r = -0.658$ ($p < 0.001$), $r = -0.548$ ($p < 0.01$) と有意な負の相関を示した。R 値が 0.15 未満の患者群および 0.15 以上の患者群における Q_B はそれぞれ 259.4 ± 133.9 ml/min および 91.6 ± 42.8 ml/min で、両群間に有意差を認めた ($p < 0.02$)。以上より R 値を求める事により、シャント不全の定量的推定が可能であり、本法は種々の診断装置による推定法に比べ技術的にも簡単に行え、再現性の面においても問題なく、臨床的有用性が高いと考えられた。

Study on shunt blood flow volume and fractional recirculation

Kenji Sasaki, Masayo Noda, Mari Masuda, Etsuhiro Ishida, Kenya Hirao, Yoshihiro Motomiya
 Motomiya-Clinic Suiyukai

One of the most important determinants of high performance dialysis is the status of blood access (A-V shunt). In this study, we assessed the functional status of A-V shunts by two methods, shunt blood flow volume (Q_B) by the pulse doppler method and determination of fractional recirculation (R) based on the blood urea nitrogen value and serum level of creatinine. The subjects included 32 patients on maintenance hemodialysis. The blood flow rate in the brachial artery was $55.0 \sim 576.0$ ml/min (303.0 ± 152.1 ml/min) on the shunt side and $28.3 \sim 235.0$ ml/min (67.7 ± 44.6 ml/min) on the opposite side. Q_B , which was calculated mathematically by deducting from the two measurements, was $15.4 \sim 466.2$ ml/min (238.5 ± 137.8 ml/min). In addition, a comparative study of Q_B was done in two patient subgroups according to R values. Q_B in the patient subgroup having an R value greater than 0.15 was significantly lower than that in patients with R values below 0.15, i. e. 91.6 ± 42.8 ml/min vs. 259.4 ± 133.9 ml/min, respectively ($p < 0.02$). Moreover, a significant negative correlation between Q_B and the R value ($r = -0.658$, $p < 0.001$) was found. Based on those results, we conclude that the determination of R value is useful for evaluating A-V shunts from a practical viewpoint, which is assumed to be essential for achieving high performance dialysis.

緒言

維持透析患者の Quality of Life の最大の規定要因は言うまでもなく至適透析である。今日至適透析は Kt/V 値をもって評価されることが多いが^{1,2)}, Kt/V 値が至適 domain 内の数値を満足させているにもかかわらず、透析不足の状態が示唆された場合、最も留意すべき点は

シャント不全である。シャント流量は表1の如く諸種の方法^{3~7)}により測定されているが、パルスドップラー法が最も一般的方法となっている。しかし本法ではプローブによる圧迫の影響等技術的な不安定要素が多く、再現性は必ずしも満足されるものではない。この点従来より single needle dialysis においてしばしば求められていた

fractional recirculation (R値) は極めて簡素な測定法であり、再現性も高いと考えられ、最近 Windus ら⁸⁾も通常の透析でのシャント評価法として有用性の高いことを報告した。我々も今回 32 名の維持透析患者を対象として Windus ら⁸⁾に準じて R 値を求め、パルスドップラー法により測定したシャント流量との比較を行った。

対象と方法

1. 対象

Kt/V 値 0.9 以上の透析条件にて維持透析継続中で、かつ橈骨動脈—橈側皮静脈吻合内シャントを blood access とする症例 32 例を対象とした。側々吻合 25 例、側端吻合 7 例で、全例重炭酸透析施行例であった。原疾患の内訳は糖尿病性腎症 3 例、慢性糸球腎炎 27 例、全身性エリテマトーデス 1 例、嚢胞腎 1 例であった (表 2)。

2. 再循環指数 (R 値)

採血は Windus ら⁸⁾の報告に準じ、透析開始後 15 分間血流量 200 ml/min にて透析を行い、動静脈ラインおよびシャント肢以外の四肢の表在性末梢静脈より採血し (図 1)、R 値を次式より算出した。なお、減少率を算出するため透析の開始前と終了時に動脈側ラインより採血し、尿素窒素 (BUN)、クレアチニン (Cr) を測定した。

$$R = (P_{BUN} - A_{BUN}) / (P_{BUN} - V_{BUN})$$

P_{BUN} : シャント肢以外の四肢の表在性末梢静脈より採血した BUN 濃度

A_{BUN} : ダイアライザーの血液流入部での BUN 濃度

V_{BUN} : ダイアライザーの血液流出部での BUN 濃度

表 1 シャント血流量の測定法

- 1) 電磁血流計による評価法³⁾
- 2) 色素希釈法⁴⁾
- 3) 一時閉塞法^{5,6)}
- 4) パルスドップラー法⁷⁾

3. パルスドップラー法による血流量の測定法

ALOKA SSD-630 にて 7.5 MHz のプローブを用い、非シャント側、シャント側肘関節部上腕動脈での流速を測定し、同部の面積を乗じて算出した (図 2)。それぞれの典型的な映像を示した。図 2 a は非シャント肢での映像であるが、規則正しい継続的な振幅度の低い拍動波がみられる。図 2 b は血流 100 ml/min の低流量のシャント肢での映像であり、比較的振幅度の低い連続的の波形がみられる。一方図 2 c では振幅度の高い連続的の波形を認め、いわゆる繰り返しの現象の明らかな映像となっている。図 2 c の平均血流量は 576 ml/min であった。

結果

1. R 値

BUN 値から求めた R 値は 0.01~0.23 (0.073±0.054) で、32 例中 0.05 以下は 14 例 (43.8%)、0.1 以下 24 例 (75%)、0.15 以上は 4 例 (12.5%) であった。一方 Cr 値から求めた R 値は 0~0.22 (0.059±0.053) で、0.05 以下は 17 例 (53.1%)、0.1 以下 25 例 (78.2%)、0.15 以上 1 例 (3.2%) であり、BUN から求めた R 値とは $r=0.847$, $p<0.001$ の高い正の相関を示した。

図 1 Fractional recirculation (R).

A : arterial line, B : venous line, P : peripheral vein.

表 2 Profile of cases involved

	Case (number)	Age (years)	Shunt flow (ml/min)	BUN (mg/dl)	Cr (mg/dl)	UA (mg/dl)	P (mg/dl)
Male	13	52.2	267.5	95.7	13.1	6.8	6.7
		±	±	±	±	±	±
		10.7	156.9	15.5	2.2	1.3	2.0
Female	19	54.9	218.6	86.6	9.9	7.6	6.5
		±	±	±	±	±	±
		13.2	123.5	21.7	2.7	1.5	1.4
Total	32	53.8	238.5	90.3	11.2	7.3	6.6
		±	±	±	±	±	±
		12.1	137.8	19.7	2.9	1.4	1.7

Primary disease : CGN 27, DM 3, others 2

図 2 Pulse doppler method

a : brachial artery on the opposite side to the shunt. b, c : brachial artery on the shunt side at blood flow rate of 100 ml/min. and 576 ml/min. respectively.

図 3 Shunt blood flow vs. fractional recirculation calculated by BUN concentration.

図 4 Shunt blood flow vs. fractional recirculation calculated by Cr concentration. Cr ; creatinine.

2. シャント血流量

シャント肢で得られた血流量から対側肢の血流量を差し引き算術的にシャント血流量を求めた結果、15.4～466.2 ml/min (238.5 ± 137.8 ml/min) のシャント流量が確認された。また対側肢での血流量は28.3～235.0 ml/min (67.7 ± 44.6 ml/min) であった。対側肢の約5倍 (338.5 ml/min) 以下のシャント肢血流量例は32例中20例 (62.5%)、対側肢の5～10倍 (338.5～677.0 ml/min) に相当する血流量例は12例 (37.5%) であった。

3. シャント血流量とR値

シャント血流量は BUN 値で算出されたR値と $r = -0.658$ ($p < 0.001$)、Cr 値で求められたR値と $r = -0.548$ ($p < 0.01$) といずれも有意な負の相関を示した (図3, 4)。またR値0.15未満の症例群 ($n = 28$) でのシャント血流量 15.4～466.2 ml/min (259.4 ± 133.9 ml/

min) に対し、R値0.15以上の症例群 ($n = 4$) でのシャント血流量は 55.0～146.0 ml/min (91.6 ± 42.8 ml/min) と明らかに低値 ($p < 0.02$) であった。

4. 溶質 (BUN, Cr) 減少率とR値

各溶質の減少率を回路動脈側採血による通常の方法で求め、R値と比較した結果、BUN 減少率と BUN で求めたR値とは $r = 0.151$ (n.s.)、Cr 減少率と Cr で求めたR値とは $r = 0.219$ (n.s.) といずれも有意な相関は得られなかった (図5)。

考察

R値は元来 single needle dialysis において考慮されていたが、通常の透析でも効率の点から Delano⁹⁾ はR値は0.2以下が望ましい事を指摘し、最近 Windus ら⁸⁾ も高流量透析においてシャント機能の評価法として有用性

図5 Reduction rate of BUN or Cr concentration vs. fractional recirculation. ΔBUN : $(A-B)/A \times 100$, A: BUN concentration at initiating dialysis, B: BUN concentration at ending dialysis. ΔCr : calculated as same as ΔBUN .

が高く、透析効率維持にはR値0.15以下が必要であると報告している。今回の結果でも図3, 4に示された如くシャント血流量とR値は高い負の相関を示し、R値0.15以下では平均259.4 ml/minのシャント血流量が確認されており、Delano⁹⁾, Windusら⁸⁾の見解を支持する結果であった。今回は blood pump setting (Q_b)=200 ml/minの標準的血流量設定でのR値の算出であったが、 Q_b の増量に伴い潜在的シャント不全の顕性化は当然予想される。したがって高流量透析による短時間透析への志向が高まりつつある最近の状況下では^{2,10,11)}シャント機能の評価はことさら不可欠となっており、至適透析設定においてR値の確認は今後重要性が高まると思われる。なお、図5における溶質の減少率とR値との相関が理論上は負の相関となるべきところ、有意ではないにしても正の相関係数を示したことは静脈穿刺部位が動脈穿刺部位より中枢側であっても静脈側還流血の動脈側回路への再混入の影響があるものと解釈される。したがって正確な透析効率の評価は教科書に記載されている如くやはりシャント肢以外の末梢血採血もしくは一旦返血後の採血による評価が不可欠である。

結語

維持透析患者32名を対象として再循環指数(R値)を求め、溶質減少率およびパルスドブラー法によるシャント血流量と比較し、シャント評価法としての臨床的意義を検討した。

1. 非シャント肢およびシャント肢の血流量は各々28.3~235.0 ml/min (67.7 ± 44.6 ml/min)と55.0~576.0 ml/min (303.0 ± 152.1 ml/min)で、これらより算出されたシャント血流量(Q_B)は15.4~466.2 ml/min (238.5 ± 137.8 ml/min)であった。

2. BUN値およびCr値で算出されたR値とシャント血流量とは各々 $r = -0.658$ ($p < 0.001$), $r = -0.548$ ($p < 0.01$)と有意な負の相関を示した。

3. 溶質(BUN, Cr)減少率とR値とは各々 $r = 0.151$ (n.s.), $r = 0.219$ (n.s.)と有意な相関は得られなかった。

以上より、我々が検討した再循環指数(R値)を求めることによりシャント不全の定量的推定が可能であり、本法は種々の診断装置による推定法に比べ、技術的にも簡単に行え、再現性の面においても問題なく、臨床的有用性が高いと考えられた。

文献

- 1) Gotch FA, Sargent JA: A mechanistic analysis of the National Cooperative Dialysis Study (NCDS). *Kidney Int* 28: 526-534, 1985
- 2) 中川成之輔: 短時間透析と至適透析. 臨床透析 3: 293-297, 1992
- 3) 白石幸三, 久保和雄: 長期透析患者における動静脈瘻の心機能の影響について. 透析会誌 19: 673-678, 1986
- 4) Gothlin J, Lindstedt E, Olin T: A dyedilution method for the determination of blood flow in Cimino-Brescia arteriovenous fistulae. *Investigative Urology* 15: 167-168, 1976
- 5) 金津和郎, 永井博之, 池田正尚, 鈴木稚紹, 原 晃: 血液透析用内シャントのシャント量と循環動態に及ぼす影響について. 腎と透析 4: 421-426, 1978
- 6) Bibra H, Castro L, Autenrieth G, McLeid A, Gurland J: The effects of arteriovenous shunts on cardiac function in renal dialysis patients on

- echocardiographic evaluation. Clin Nephrol 9 : 205-209, 1978
- 7) 岡本清也, 木倉敏彦, 根井仁一, 寺中正昭: パルスドップラー法による血液透析患者ブラッドアクセスの評価. 透析会誌 23 : 199-205, 1990
- 8) Windus DW, Audrain J, Vanderson R, Jendrisak MD : Optimization of highefficiency hemodialysis by detection and correction of fistula dysfunction. Kidney Int 38 : 337-341, 1990
- 9) Delano BG : Regular dialysis treatment (RDT), in Replacement of Renal Function by Dialysis, edited by William D, Frank MP and John FM, 1983, p391-409
- 10) 木村玄次郎: 短時間透析. 透析会誌 24 : 1-6, 1991
- 11) 鈴木正司: 透析時間の短縮化への流れ. 臨牀透析 8 : 287-292, 1992