透析量および栄養状態などを表す指標のグラフ化

加藤 謙吉 浅野 泰*

加藤クリニック 自治医科大学腎臓内科*

key words: 慢性透析患者, 透析量評価, 栄養評価, 透析評価グラフ, インフォームド・コンセント

〈要旨〉

これまで報告されてきた慢性透析患者の治療の指標である Kt/V や計算によって得られたエネルギー摂取量などをもとに透析データ評価表を月次ごとに作製してきた。観察期間は 1 年 6 か月で、症例数 46~53 人、平均透析期間 $55.8 \pm 44.1 \sim 67.1 \pm 43.8$ か月 (最小~最大値, mean $\pm$ SD), $TAC_{BUN} 43.5 \pm 9.6 \sim 48.6 \pm 11.5$ mg/dl, Kt/V $1.22 \pm 0.19 \sim 1.34 \pm 0.27$, PCR $0.96 \pm 0.21 \sim 1.07 \pm 0.15$ g/kg/day, アルブミン値 $4.0 \pm 0.3 \sim 4.3 \pm 0.4$ g/dl, エネルギー摂取量 $1429 \pm 408.6 \sim 1779.2 \pm 469.4$ Cal, %クレアチニン産生速度 $101.8 \pm 21.1 \sim 113.3 \pm 17.6\%$, 週初め除水率 $4.4 \pm 1.7 \sim 5.4 \pm 1.8\%$, 塩分摂取量 $7.0 \pm 2.7 \sim 12.7 \pm 5.2$ g/day であった。Kt/V, PCR, %クレアチニン産生速度については日本透析医学会統計調査委員会の算出結果とも比較を行い有意な相関が認められた ($r=0.65 \sim 0.99$)。さらにこれら評価表をもとに個別的に折れ線グラフまたはレーダーグラフを作製した。グラフ化は数値羅列の表形式よりも臨床全体像をとらえやすく、透析スタッフや患者に対し、病態や食事管理への理解がより深まる結果となった。すなわち、透析評価表のグラフ化は透析患者に対するインフォームド・コンセントとしての役割を十分担えるものと考えられる。

Graphic representation of quantitative indices for hemodialysis and nutritional state

Kenkichi Kato, Yasushi Asano*

Kato Clinic ; Department of Nephrology in Jichi Medical School*

Hemodialysis data obtained from 46 to 53 chronic hemodialysis patients at our clinic, including Kt/V and energy intake, were analyzed every month for 18 months. Statistical analysis demonstrated a mean hemodialysis duration of 55.8 ± 44.1 to 67.1 ± 43.8 months (minimum to maximum in mean $\pm$ SD), a TAC_{BUN} value of 43.5 ± 9.6 to 48.6 ± 11.5 mg/dl, a Kt/V value of 1.22 ± 0.19 to 1.34 ± 0.27 , a PCR value of 0.96 ± 0.21 to 1.07 ± 0.15 g/kg/day, an albumin value of 4.0 ± 0.3 to 4.3 ± 0.4 g/dl, an energy intake of 1429 ± 408.6 to 1779.2 ± 469.4 Cal, a % creatinine production rate of 101.8 ± 21.1 to $113.3 \pm 17.6\%$, a weekly initial water removal rate of 4.4 ± 1.7 to $5.4 \pm 1.8\%$, and a salt intake of 7.0 ± 2.7 to 12.7 ± 5.2 g/day. Regarding the Kt/V, PCR, and % creatinine production rate, a significant correlation was found ($r=0.65$ to 0.99), in comparison with respective calculations by the Statistical Survey Committee of the Japanese Society for Dialysis Therapy. Based on these assessment tables, respective lines or radar graphs were drawn. This graphic representation demonstrated the overall clinical information more clearly than tabular numerical representation, and improved the understanding of hemodialysis staff and patients regarding the pathologic state and dietary management. We concluded that graphic representation of hemodialysis assessment data is useful to obtain informed consent from hemodialysis patients.

緒 言

日本透析医学会統計調査委員会の報告¹⁾において、予後に関連する指標が多数検討されている。また、それとは別に慢性透析患者の食事摂取量（中でもエネルギー摂取量）などを定量的に算出しようとする試みが報告されている²⁾。すなわち、個々の症例の透析量や栄養状態、血圧などの循環器系の諸因子、さらには種々の合併症にかかわる諸因子などを適切に評価することが、予後を推定する上で極めて重要だといえる。そこで、個々の症例に対し、これらの指標を定期的に算出すれば、その都度透析量や栄養状態などの評価が可能となるはずである。しかしさらに一歩進み、その指標を患者の指導にまで応用しようと考えた場合、患者にとっては難解な面も多々あると思われる。これまでの長期透析患者への指導は、例えば採血データの結果を知らせ、その値の高低値で改善を促すような指導形態をとっている場合が多かった。今後は適切な指標を有効に活用し、かつ患者には難解な内容でも、わかりやすく説明し治療効率を向上させるべきかと考える。そこで今回の検討を行った。

I. 対象および方法

1. 透析データ評価表

1) 対象症例

1997年1月から1998年6月までの期間に当院で治療を行った週3回透析症例を対象とした。無尿である

ことを原則としたが、一部無尿でない症例も含まれた。その無尿でない症例についての評価はあくまでも参考程度とした。

2) 個別的な透析データ評価表の作製

以下のような指標をもとに月次ごとに各症例の透析データ評価表を作製した。なお、作製にあたり利用した計算式を表1に提示する。

① TAC_{BUN} (time averaged concentration of BUN; 尿素窒素平均値) [mg/dl] ② Kt/V (標準化透析量) [無単位] ③ PCR (protein catabolic rate=蛋白摂取量) [g/kg/day] ④ 1日摂取エネルギー量(カロリー量) [Cal/day] および標準体重あたりの1日摂取エネルギー量 [Cal/kg/day] ⑤ %クレアチニン産生速度(筋肉量) [%] ⑥ 週初め除水率(体重増加率) [%] ⑦ 食塩摂取量 [g/day] ⑧ 透析前アルブミン値 [g/dl] である。なお、患者に説明するときに用いた用語を( )内に示した。また、[ ]内は単位である。これらのデータは、市販データベースソフトである FileMakerPro, Ver 4.0 (FileMaker 社製) を利用し表形式で表示した。各指標における計算式に関してはそれぞれのフィールド定義内に計算式を入れ、必要なデータを入力すれば自動的にそれぞれの指標の結果が出るようになっている。手入力を必要とした項目は、① 検査年月、② 氏名 [カタカナ]、③ 性別、④ 年齢、⑤ 透析回数、⑥ 透析時間 [分]、⑦ 透析間時間 [時間]、⑧ 週初め透析前体重および ⑨ 後体重 [kg]、⑩ 週2回目の透析前体重 [kg]、⑪ 週初め透析前尿素窒素および ⑫ 後尿素窒素 [mg/dl]、⑬ 週2回目の透析前尿素窒素 [mg/dl]、⑭ 週初め透析前血清クレアチニンおよび ⑮ 後血

表 1 当院で利用している計算式

(1) TAC _{BUN} (mg/dl); (postBUN1+preBUN2)/2	…文献 5
(2) Kt/V; $-\ln\{(postBUN1/preBUN1) - 0.03 - 0.75 \times (preBW1 - postBW1)/preBW1\}$	…文献 6 他
(3) PCR (g/kg/day); $\{[0.1/iHDt \times postBW1 \times (preBUN2 - postBUN1) + 1.2] \times 9.35\}/postBW1$	…文献 5 他
(4) 食塩摂取量; Na 摂取量 $\times 58.5/1000 \times 24/iHDt$ * Na 摂取量; $preNa2 \times \{postBW1 \times 0.6 + (preBW2 - postBW1)\} - postNa1 \times postBW1 \times 0.6$	…文献 2 他
(5) エネルギー摂取量 (kcal); $\{(18.4 \times PCR \times iHDt/24) + (3.53 \times Na \text{ 摂取量})\} \times 24/iHDt$	…文献 2 他
(6) %クレアチニン産生速度 男: $Gint/(23.35 - 0.15 \times \text{年齢}) \times 100$ 女: $Gint/(19.39 - 0.12 \times \text{年齢}) \times 100$ Cr; $[-81.622 \times \{\ln(postCr/preCr)/(60 \times HDt)\} + 0.942] \times postCr$ Gext; $7.79 \times PCR^2 - 7.91 \times PCR + 1.93$ A; $3864 + \{(7.8 \times HDt + 411) \times \ln(Cr/preCr)\} - (1.5 \times HDt) - 1449$ $/\{[(0.0190 \times HDt + 0.999) \times \ln(Cr/preCr)] - (0.00367 \times HDt - 0.0219)\}$ Gtotal; $preCr \times \{(7056/A) + \{(preBW1 - postBW1)/postBW1\} \times \{240/(72 - HDt)\}\}$ Gint; Gtotal - Gext	…文献 1 他

○週初めの透析前尿素窒素; preBUN1 ○週初めの透析後尿素窒素; postBUN1

○週2回目の透析前尿素窒素; preBUN2

○週初めの透析前体重; preBW1 ○週初めの透析後体重; postBW1

○週初め透析後から週2回目透析までの時間; iHDt ○現在の透析時間; HDt

○週初めの透析後ナトリウム; postNa1 ○週2回目の透析前ナトリウム; preNa2

○週初めの透析前クレアチニン; preCr ○週初めの透析後クレアチニン; postCr

表 2 当院計算値と簡便式および統計調査委員会送付ソフト算出値との比較 (1998 年 6 月)

	Kt/V	PCR (g/kg/day)	%クレアチニン産生速度 (%)
a. 当院計算値平均	1.27±0.17	1.06±0.20	107.8±19.5
b. 簡便式 (新里)	1.30±0.16	0.98±0.15	113.2±17.8
c. 統計調査委員会 送付ソフト使用	1.29±0.16	0.98±0.15	105.0±16.6
a と b との相関分析	r=0.992 p<0.0001	r=0.654 p<0.0001	r=0.867 p<0.0001
b と c との相関分析	r=0.999 p<0.0001	r=1.000 p<0.0001	r=0.958 p<0.0001
a と c との相関分析	r=0.996 p<0.0001	r=0.652 p<0.0001	r=0.827 p<0.0001

※対象症例数 48 人. なお, 当院の%クレアチニン産生速度の計算には当院で算出した PCR を使用し, 簡便式では簡便式より算出した PCR を使用している.

清クレアチニン[mg/dl], ⑩ 週初め透析後ナトリウム[mg/dl], ⑪ 週 2 回目透析前ナトリウム[mg/dl], ⑫ 週初めアルブミン値[g/dl]である. なお, これらのデータは初回入力時はすべて手入力が必要であったが, 次回入力時には各データの複製を行い, 更新データ箇所の消去とデータの再入力を行った. 入力の際には基礎となる検査データ (検査センターからパソコン通信を利用し送られてきた PC データをフロッピーディスクで抜き出し Macintosh データに変換したもの) を予め入力しやすい順番に並べ換えておいて利用した.

また, 一部の指標 (Kt/V, PCR, %クレアチニン産生速度) については, 日本透析医学会統計調査委員会より送付されたソフトおよび簡便法³⁾によってデータを算出, 当院データとの比較を行った.

2. 透析・自己管理評価グラフ

透析データ評価表から得られたデータおよび週初め透析前収縮期血圧[mmHg], 週初め透析前心胸比[%]などの臨床データを付け加えグラフ化をはかった. グラフは主にレーダーグラフを利用し, 月次ごとの評価を適宜行った. また, 経時的な変化を表す際には折れ線グラフも適宜利用した.

さらに同一グラフ内に当院月次平均値および患者ごとの目標値をプロットし, 比較の対照とした. グラフ作製にあたり使用した市販ソフトは, DeltaGraph-PRO Ver 3.5 (Polaroid 社製) である.

II. 結 果

1. 透析データ評価表

1997 年 1 月から行ってきた当院での透析データ評価表における月次平均値 (最小値～最大値; mean±SD) は, 症例数 46～53 人, 平均透析期間 55.8±44.1～67.1±43.8 か月, TAC_{BUN} 43.5±9.6～48.6±11.5 mg/dl, Kt/V 1.22±0.19～1.34±0.27, PCR 0.96±0.21～1.07±0.15 g/kg/day, アルブミン値 4.0±0.3～4.3±0.4 g/dl, エネルギー摂取量 1429±408.6～1779.2±469.4 Cal, %クレアチニン産生速度 101.8±21.1～113.3±17.6%, 週初め除水率 4.4±1.7～5.4±1.8%, 塩分摂取量 7.0±3.7～12.7±5.2 g/day であった. なお, 1998 年 6 月のデータに関しては透析医学会統計調査委員会送付ソフトおよび簡便法での算出結果と当院データとの比較を行った (表 2). また, 1998 年 6 月の各指標ごとにおける人数分布を観察した (図 1: 症例数 48 人). そのうちの最大分布数についてのみ以下に記す. TAC_{BUN} 45.0～65.0 mg/dl 範囲内が 27 人 (56.3%), Kt/V 1.20 以上が 30 人 (62.5%), PCR 0.80～1.40 g/kg/day 範囲内が 41 人 (85.4%), %クレアチニン産生速度 110 以上が 25 人 (52.1%), 血清アルブミン値 3.5～4.5 g/dl 範囲内 43 人 (89.6%), 標準体重あたりのエネルギー摂取量 25～35 Cal/kg 範囲内 24 人 (50.0%), 週初め除水率 2～6% 範囲内 35 人 (72.9%), 食塩摂取量 8 g 以上 34 人 (70.8%) であった. さらに, 参考までに 1998 年 3 月の当院における中 1 日の体重増加量と食塩摂取量との関係についてみたところ (図 2 a), おおよそ中 1 日

図 1 透析データ評価表における各指標ごとの当院患者分布 (対象症例数 48 人, 1998 年 6 月)

図 2 a 当院週3回透析例における体重増加量と食塩摂取量との関係

図 2 b 目標カロリー値と計算カロリー値との関係

で体重 1 kg 増加した場合, 4 g 程度の塩分を摂取してきていると考えられた (症例数 49 人, $Y=4.114X$, $r=0.973$, $p<0.0001$). また症例ごとに設定した目標カロリー値と計算カロリー値との間には $Y=0.21X+1435.8$, $r=0.424$, $p<0.01$ の関係が成り立った (図 2 b).

2. 透析・自己管理評価グラフ

まず当院の透析データ評価表から得られた月次平均値 (1998 年 6 月) を提示するとともに, レーダー図の

概ね意味する評価内容の枠組について図式化した (図 3).

次に個々の症例を観察した中で, 特徴的であった具体例を以下に示す。

① 症例 52 歳, 男性; 図 4 左下に示すように, この症例に対しては, Kt/V および PCR の経時変化を折れ線グラフで示した. PCR については原因不明の関節痛と食事量減少との関連について言及し, 患者の興味を注いだ. 図 4 右上の月次レーダーグラフも参

考にしてもらい、現在の透析量の不足を、当院透析例の平均値や本人目標値と比較し視覚的に訴えた。さらにこの原因が血流量不足に起因していることを説明し、透析器膜面積の増大および透析時間の延長が必須であることを説明した。その結果、これまで頑に時間延長を拒否していたが、一部時間延長の同意が得られた。

② 症例 84 歳、男性(図 5)；本症例は高齢でありながら家族、特に娘の厳格な食事管理のもとに生活をしている。実行しているカロリー 1350 Cal に対し、計算で得られたものは 1309 Cal で誤差 3.0%，蛋白質 0.9 g/kg/day (45 g/day) 実行値に対し、0.91 g/kg/day (48.4 g/day) で誤差 7.6%，塩分は実行値 6 g/day で計算値 7.0 g/day、誤差 16.7%であった。本症例

を見る限り計算値にかなり信頼性がおける結果であった。本症例の娘にこのグラフを呈示し、現況での継続的な食事管理を指導した。

③ 対照的な症例 と症例 との比較；図 6 の A が症例 であるが、透析量は良好ながら蛋白質、エネルギーともに少ないことが当院平均値および目標値から伺える。もともとリンが高く、体重増加も比較的多かったことから指導をくり返すうちに結局食事量全体を抑制してしまったようである。そのため、再指導により食事量全体の増量を促した。図 6 の B (症例) はその反対で食事量全体が多い。なるべく患者が具体的目標を求められるように、全体的に 10～20% ぐらいの食事量の節制が必要であると指導した。

④ 体重増加が極端に少ない症例 の場合 (図 7)；無尿でありながら体重増加が極端に少ない場合、食事摂取量が気になる。本症例の場合は 1% 程度の体重増加だが、塩分摂取量および体重増加量を除く計算値が目標値に達しているか、もしくは上回っている。必要な食事摂取の中で厳格な塩分制限が行われていた。本症例に対しては、その旨説明し現状維持を指導した。

III. 考 案

米国から National Cooperative Dialysis Study という共同研究など⁴⁾が発表され、透析における治療量

図 3 透析評価表月次平均値のレーダーグラフおよびその見方

図 4 症例 (52 歳、男性) における Kt/V, PCR の臨床的推移と月次レーダーグラフ…その活用法

個別透析データ評価結果

図5 症例 (84歳, 男性), ※家族(娘)による厳格な処方通りの食事管理が計算値の信頼性を裏付けた。

図6 食事量全体が抑制されている症例(A)と食事量全体の多い例(B)

と臨床効果というものが注目された。わが国においても日本透析医学会統計調査委員会より毎年報告¹⁾されている多くの指標とその予後との関連は、日常診療上極めて興味深いものである。また、これらの結果を日常診療に応用していくことが慢性維持透析患者の予後の改善に繋がると思われる。当院においては、1997年1月より週3回透析患者を中心に TAC_{BUN} ⁵⁾, Kt/V ⁶⁾, PCR⁵⁾などの指標を毎月評価してきた。これらの指標

の中には日本透析医学会統計調査委員会で報告されている以外のものも含まれている。ここで敢えて Kt/V 以外に TAC_{BUN} を算出している理由は、尿素除去率以外に臨床尿素産生率などの影響もより明確にしたいことと、保存期および週1~2回の透析期間を含めた血中BUNの経時的推移を評価したいためである。ところで、統計調査委員会送付ソフト算出データと当院でのデータを比較したところ、 Kt/V は極めて類似した

結果が得られた ($r=0.996$, $p<0.0001$)。一方 PCR については、食塩摂取量やエネルギー摂取量なども算出する関係から当院では 2 点法 (透析後→翌透析前採血) を採用しており、それに対し統計調査委員会では、わが国の現状を踏まえ透析前後の BUN で Kt/V および PCR を求める方法を採用している⁷⁾。両者間には幾分弱いものの相関関係が認められた ($r=0.652$, $p<0.0001$)。なお統計調査委員会のような透析前後の BUN を利用し PCR を算出するには高度なプログラムが要求されるのに対し、2 点法では計算が比較的容易である。しかし翌透析前の採血を必要とするため日本の透析施設すべてに適用できる訳ではない。筋肉量 (一部運動量) の指標といわれている % クレアチニン産生速度の算出¹⁾にあたっては、当院では当院算出の PCR を用いているが、統計調査委員会のデータと比較した場合これも相関が認められた ($r=0.827$, $p<0.0001$)。なお、新里³⁾製作の簡便法によるデータと統計調査委員会ソフトでの算出データとは極めて強い相関が得られた。エネルギー摂取量については、図 2b の $Y=X$ 線上もしくはその近辺に位置する症例 (約 10 例) は目標値と計算値が極めて一致する症例であり、症例 などのような食事管理に熱心な症例が含まれている。しかし全体的には目標カロリー値が低い症例では計算値がより低くなり、逆に目標カロリー値が高い症例では計算値もより高くなる傾向を示した (回帰係数 0.21)。ところでこれらの症例の中には多少尿量の保持されている症例も含まれていることから計算カロリー値が過小評価されている症例も含まれている。なお、その他の例えばヘマトクリット値や鉄、 β_2 -マイクログロブリンなどについては月次評価表には取って加えていない。

以上の結果を踏まえ、個々の症例を診ていく場合、定期的かつ統一した算定法でその動向を評価していくことが重要であると認識させられる。また、その表現

法は単純で明快なものでないと患者には理解され難い。つまり透析データ評価表も数値の羅列だけでは説得力に欠ける。それに対し、グラフ化は視覚的に訴えることで説得力を増した。レーダーグラフであれば多元的に透析量、栄養状態、循環器系指標を表現できるため効果的であり、患者の評判もまずまずであった。折れ線グラフであれば単数もしくは複数の指標の動向を経時的に表現でき、データの悪化改善が一目瞭然であった。さらにレーダーグラフにおいては、他人 (当院平均値で代用) との比較により自分の位置する状況が理解でき、かつ目標値の設定を行うことが指導をより具体的なものとさせた。

ところで、当院で行っている透析評価表およびグラフの作製は非常に簡単な手技なので、あるいは他の施設でも日常行われているのかもしれない。ところが、日常頻繁に使われている方法でありながら、いざ患者向けに活用しているといった話題は少ないように思われる。言い換えれば、今回呈示したような方法は慢性維持透析患者に対してのインフォームド・コンセントとしての役割を十分に担えるのではないだろうか。

結 語

これまで報告されてきた透析指標を参考に当院においては 1997 年 1 月から週 3 回慢性維持透析患者を中心として透析データ評価表を作製してきた。そのデータの表現法としてグラフ化をはかったところ、数値羅列の表形式よりも臨床全体像がとらえ易く、透析スタッフおよび慢性維持透析患者において、より病態や食事管理への理解が深まる結果となった。

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 (1996 年 12 月 31 日現在)。透析会誌 31:1-

- 24, 1998
- 2) 木村玄次郎, 井上一郎, 小嶋俊一, 斎藤文雄, 河野雄平, 佐谷 誠, 伊藤敬一, 尾前照雄：透析患者における食事摂取量の定量的算出. 腎と透析 19 : 605-610, 1985
- 3) 新里高弘：Kt/V, 及び PCR を算定するための簡便式. 日本透析医会雑誌 14 : 135-136, 1998
- 4) Gotch FA, Sargent JA : A mechanistic analysis of the National Cooperative Dialysis Study (NCDS). Kidney Int 28 : 526-534, 1985
- 5) 木村玄次郎：血液透析における指標. 臨牀透析 10 : 1631-1639, 1994
- 6) Daugirdas JT : Second generation logarithmic estimates of single-pool variable volume Kt/V : an analysis of error. J Am Soc Nephrol 4 : 1205-1213, 1993
- 7) Shinzato T, Nakai S, Fujita Y, Takai I, Morita H, Nakane K, Maeda K : Determination of Kt/V and protein catabolic rate using pre- and postdialysis blood urea nitrogen concentrations. Nephron 67 : 280-290, 1994