

# 腹膜透析・血液透析の併用療法における透析量の指標としての希釈指数の有用性

前田 益孝\* 山田 敏生\*\* 椎貝 達夫\*

Dilution index as a candidate parameter reflecting dialysis dose in combined peritoneal dialysis and hemodialysis therapy

Yoshitaka MAEDA\*, Toshio YAMADA\*\*, and Tatsuo SHIIGAI\*

\*Nephrology Section, Department of Internal Medicine, Toride Kyodo General Hospital, Ibaraki,

\*\*Department of Internal Medicine, Mishima Shakai-Hoken Hospital, Shizuoka, Japan

Combined peritoneal dialysis and hemodialysis therapy (combined therapy) is recognized as an effective alternate in peritoneal dialysis patients with insufficient water and solute removal, but there is no appropriate index for dialysis dose, as two distinct dialysis procedures are utilized in the same patient. Among several candidate parameters, the dilution index proposed and defined by Yamada, et al as the solute generation rate divided by the distribution volume and time-averaged concentration of the solute might be applicable, because it is unrelated to the method of solute removal. Among 11 patients undergoing combined therapy at Toride Kyodo General Hospital, six patients who had transferred from peritoneal dialysis alone to combined therapy were recruited. All patients received peritoneal dialysis therapy for five consecutive days followed by one day off dialysis before a hemodialysis session on the seventh day every week. Total weekly creatinine and urea removal by residual renal function, peritoneal dialysis, and hemodialysis were measured, and their solute removal on the last (5th) day under peritoneal dialysis was ascertained and correlated with the averaged daily removal of solutes. Hence the value of solute removal obtained on the last day under peritoneal dialysis was multiplied seven times and defined as the weekly solute generation. The distribution volumes of creatinine and urea were defined as 58 % of body weight. The time-averaged concentration was obtained from the mean level of a solute before and after a hemodialysis session. During the period followed solely by peritoneal dialysis, the dilution indices for creatinine and urea were  $1.22 \pm 0.14$  and  $1.85 \pm 0.14$ , respectively. The dilution index after transferring to combined therapy, calculated by the above-mentioned method was increased to  $1.72 \pm 0.29$  and  $2.28 \pm 0.31$ , respectively. Hence the dilution index may be useful for reflecting dialysis doses even in combined therapy.

Jpn J Nephrol 46 ; 2004 : 66-72.

**Key words** : dilution index, combined peritoneal dialysis and hemodialysis therapy, dialysis dose, dialysis adequacy

## 緒 言

腹膜透析は優れた透析治療法であるが、その透析効率、除水能には限界があり、透析膜としての腹膜も次第に劣化していくため、残存腎機能が低下するにつれ透析量、除水

量が徐々に不十分になっていく<sup>1)</sup>。このため、腹膜透析のドロップアウト率は5年間で約50%の高率となる<sup>2,3)</sup>。腹膜透析からの脱落を回避する一つ的手段として、週1回の血液透析を週5~6日間の腹膜透析に加える併用透析がわが国を中心に多くの施設で行われるようになってきた<sup>4,5)</sup>。

\* 総合病院取手協同病院(腎臓)内科, \*\* 三島社会保険病院腎臓内科

(平成15年12月11日受理)

併用透析は高窒素血症を改善し、除水を容易にするだけでなく、腹膜に対しても腹膜休息による腹膜機能の回復を示すことが明らかになってきている。このように多くの利点をもった併用透析であるが、血液透析と腹膜透析という 2 種類の異なった透析治療を組み合わせるために、その透析量を評価することは、これら 2 種類の透析療法を比較すると同様にきわめて困難である<sup>6)</sup>。

山下は併用透析における溶質の動態を尿素を中心にシミュレーションしている<sup>7,8)</sup>が、尿素窒素生成速度など一定の仮定を行ったうえで複数の方程式を必要としており、時間平均濃度 (time-averaged concentration : TAC) を除いては透析量や透析効率の指標に応用することは困難である。渡辺らは腹膜透析と血液透析の排液中の尿素、クレアチニン濃度を測定することにより、これらの過当たりクリアランスを測定し、腹膜透析単独から血液透析との併用療法によりクリアランスが増加することを示した<sup>9)</sup>。この方法は、血液透析時の廃液の溶質濃度を測定する必要があるうえにクリアランスの算出にワンポイントでの血中溶質濃度を用いており、問題点が残された。内山らは週間クレアチニン除去量を指標として透析効率を 2 症例で検討している<sup>10)</sup>が、やはり血液透析廃液のクレアチニン濃度を測定する必要がある。したがって、これらの指標は多人数の併用透析患者の追跡には適さない。

山田らは尿素のキネティックスを検討するうえで修正 1 プールモデル (modified variable-volume one-compartment model) の優位性を立証し、透析指標の一つとして希釈指数 (dilution index : D) を提唱した<sup>11,12)</sup>。希釈指数は単位時間当たりの溶質産生量を G、その溶質の体内分布量を V、その時間内の溶質の平均血中濃度を TAC とすると

$$D = G / (V \times TAC)$$

で算出される。すなわち、透析方法、残腎機能の有無に関わらず、ある単位時間内の TAC がその単位時間に産生された溶質を分布容積に溶解した場合の何倍に希釈されているかを示す。残腎機能や腹膜透析による持続的溶質除去下では、溶質のクリアランスを K、単位時間を t とすると、随時血中濃度が TAC となるため、

$$Kt = G / TAC$$

となり、D は Kt/V と全く同一の指標になる。したがって、腹膜透析から併用透析への導入前後での比較が可能となる。このような理由から、D は腹膜透析・血液透析併用療法時の透析指標として適する可能性がある。しかしそのためには、安定した患者で溶質産生量に相当する 1 週間の溶質排泄・除去量を調べなければならず、日常臨床への応

用が困難である。

今回われわれは、併用透析施行中の患者を対象に、尿と腹膜透析排液および血液透析廃液中の溶質排泄・除去量を実測し、D をより簡便な方法で推定できないか検討した。

## 対象と方法

当院で腹膜透析中であるが、除水不十分なため浮腫・体重のコントロールが困難、あるいは weekly Ccr が 50 l/week/1.73 m を維持できずに血液透析の併用を行っている患者 11 例の内、腹膜透析から併用透析に移行し、血液透析前に腹膜休息日を設けている 6 例を対象とし (Table 1)、尿素、クレアチニンについて希釈指数を検討した。全例、ほかに重篤な合併症はなく、安定した状態にあり、週 5 日間の腹膜透析後に 1 日の腹膜休息を設け、その翌日に 1 回の血液透析を施行した。腹膜透析は全例、バクスター社の自動腹膜透析 (APD) を主体としており、2 例では日中のバッグ交換も併用していた。血液透析は II 型ダイアライザーを使い、4 時間透析を基本とした。以下、希釈指数の各項目につき、その妥当性を検証した。

### G (週間溶質産生量) : 尿素、クレアチニン排泄・除去量の週内変動

溶質産生量は、安定した患者ではその排泄・除去量と一致すると考えられ、検討症例 6 例の尿素、クレアチニン排泄量の週内変動を調べた。腹膜透析を行ったすべての日の腹膜透析液排液、蓄尿をよく攪拌したうえでその一部、約 20 ml を冷蔵庫内に保存するよう指導し、血液透析日に持参させた。さらに血液透析液の廃液をアリメポン AP-500 (ニプロ、大阪) を用いて 499 ml/hr の速度で採取し、全採取量の溶質濃度を自動分析装置 TBA-200FR (東芝メディカル、東京) を用いて測定し、除水量を加味したうえで血液透析時の溶質除去量を算出した。

### D (希釈指数) の算定

前述のように D の算定は

$$D = G / (V \times TAC)$$

で得られるが、週 1 回の通院で行える簡便性を考慮し、D を次のように算出した。

$$D = Gwk / (V_{0.58} \times TAC_{\text{mean}})$$

ここで、Gwk は血液透析直前の蓄尿の一部、腹膜透析液の排液の一部を持参させたうえで溶質の濃度を測定し、尿量、排液量を乗じた。

$$Gwk = G (/ \text{week}) = (U_A + PD_A) \times 7$$

$$U_A = \text{溶質 A の 1 日あたり尿中排泄量}$$

Table 1. Patient profiles

Case	Age (years old)	Gender	Cause of renal failure	Period of PD (month)
1	48	M	CGN	60
2	46	M	CGN	23
3	38	F	IDDM	36
4	52	M	CGN	18
5	57	F	Cystinuria	56
6	34	M	CGN	25
Total	45.8±3.5	M/F=4/2	CGN/others=4/2	36.3±7.3

M : male, F : female, CGN : chronic glomerulonephritis, IDDM : insulin-dependent diabetes mellitus

$PD_A$  = 溶質 A の 1 日あたり腹膜透析液中排泄量  
また、 $V_{0.58}$ ,  $TAC_{mean}$  は下記のごとくとした。

$$V = \text{実測体重} \times 0.58$$

体重値は腹膜透析単独療法時は検査時、併用療法時は検査施行の血液透析前値とした。

$$TAC_{mean} = (A \text{ の透析前血中濃度} + \text{透析後血中濃度}) / 2$$

ここで、前述のように腹膜透析の単独療法では随時血中濃度が  $TAC$  となるため、

$$Kt = G / TAC$$

となり、 $D$  は  $Kt/V$  と全く同一の指標になる。したがって、併用透析前の腹膜透析単独療法時の  $D$  は  $Kt/V$  と同義となる。

### 統計学的処理

代表値は平均±標準誤差(SEM)で示した。各群の平均値の比較は paired t-test により行い、一部では有意水準(p-value)を示し、 $p < 0.05$  を有意とした。

### 結 果

#### 1. G(溶質産生量)：尿素、クレアチニン排泄・除去量の週内変動

Fig. 1, Table 2 に示すごとく、尿素、クレアチニンは血液透析後の初日から次の血液透析日に向け、その排泄・除去量が増加する傾向にあり、初日に比し、4~5日目でクレアチニンのみ有意な上昇を示した。しかし、血液透析前の腹膜透析、蓄尿から得られた溶質排泄・除去量は1週間での平均値と有意な違いがなく、クレアチニン、尿素ともに良好な相関が得られた。このため、血液透析前の腹膜透

析、残腎機能による溶質排泄・産生量を7倍することで週当たり溶質産生量とすることは妥当と考えられた。

#### 2. 腹膜透析から併用療法移行時の各パラメーターの推移 (Table 3)

**G(溶質産生量)**：腹膜透析単独時、併用療法時のクレアチニン、尿素の産生量(排泄・除去量)はそれぞれ、 $5,597 \pm 575$  mg/dl から  $5,999 \pm 1,006$  mg/dl、 $33,322 \pm 6,951$  mg/dl から  $33,120 \pm 5,650$  mg/dl と変動したが、その違いは有意ではなかった。

**V(溶質体内分布容積)**：腹膜透析単独時の分布容積は  $32.3 \pm 1.8$  l、併用療法移行時は  $32.6 \pm 1.9$  l で、有意な変化はみられなかった。

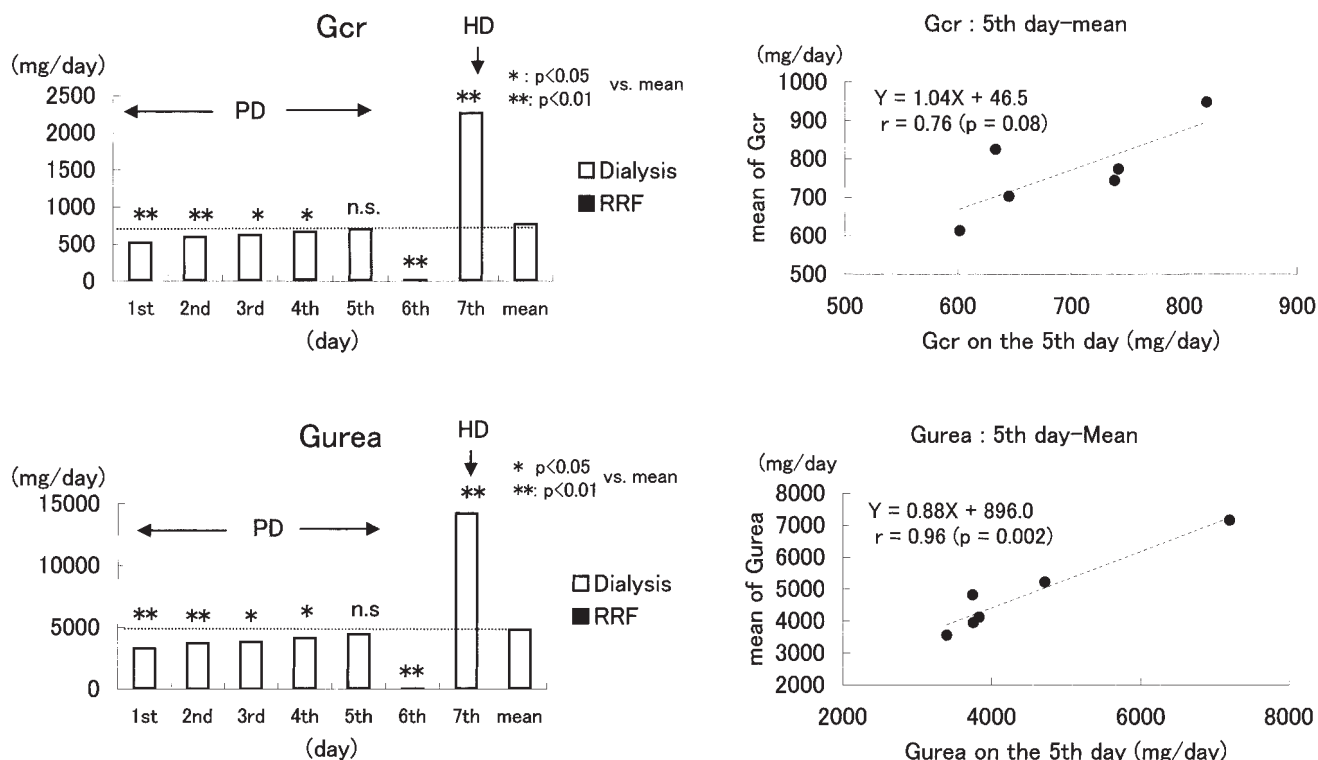
**TAC(溶質時間平均濃度)**：腹膜透析単独時、併用療法時の(TAC)cr、(TAC)urea はそれぞれ、 $15.02 \pm 1.89$  mg/dl から  $10.84 \pm 0.88$  mg/dl、 $59 \pm 11$  mg/dl から  $44 \pm 5$  mg/dl へ減少したが、(TAC)crのみが有意( $p=0.025$ )な変化であった。

**D(希釈指数)** (Fig. 2)：クレアチニンの希釈指数  $D_{cr}$  は6例全例で上昇し、その平均値は併用療法前が  $1.22 \pm 0.14$ 、併用療法後が  $1.72 \pm 0.29$  であった( $p=0.07$ )。尿素の希釈指数  $D_{urea}$  は6例中4例で上昇し、その平均値も  $1.85 \pm 0.14$  から  $2.28 \pm 0.31$  へ上昇した( $p=0.15$ )。

### 考 察

わが国を中心に徐々に普及しつつある腹膜透析と血液透析の併用療法における透析量の指標として、希釈指数が有用か否かを検討した。以下、問題となる点につき考察を行った。

溶質産生量は、安定した患者においては排泄・除去量と



**Fig. 1. Weekly removal of creatinine and urea in patients receiving hemodialysis one day after the preceding peritoneal dialysis**

Peritoneal dialysis (PD) was performed from the first to the fifth day, followed by the sixth day off dialysis, a hemodialysis (HD) session then undertaken on the seventh day. Mean daily solute removal was obtained by dividing the total weekly removal by seven (days). The mean values of creatinine and urea removal were not significantly different from the values on the fifth day, and correlated well with each other. See also Table 2 for each variable.

RRF : amount of creatinine or urea removed by residual renal function, Dialysis : amount of creatinine or urea removed by peritoneal- or hemodialysis therapy

**Table 2. Weekly removal of urea and creatinine**

Day		1	2	3	4	5	6	7	mean
Dialysis		PD	PD	PD	PD	PD	off	HD	
Cr	RRF	13 ± 8	10 ± 7	12 ± 8	18 ± 11	16 ± 10	15 ± 7	13 ± 7	14 ± 8
(mg)	Dialysis	506 ± 44	587 ± 27	610 ± 26	646 ± 33	681 ± 37	0 ± 0	2,250 ± 229	754 ± 57
	Total	518 ± 37	597 ± 24	622 ± 22	664 ± 26	697 ± 34	15 ± 7	2,263 ± 226	768 ± 46
Urea	RRF	29 ± 19	23 ± 15	27 ± 18	34 ± 23	32 ± 21	43 ± 21	36 ± 19	32 ± 19
(mg)	Dialysis	3,251 ± 504	3,684 ± 413	3,779 ± 506	4,115 ± 492	4,410 ± 589	0 ± 0	14,183 ± 1,711	4,774 ± 540
	Total	3,280 ± 494	3,708 ± 406	3,806 ± 499	4,149 ± 482	4,442 ± 580	43 ± 21	14,219 ± 1,704	4,807 ± 531

Weekly removal of creatinine and urea by residual renal function (RRF), peritoneal dialysis (PD) or hemodialysis (HD) in the six patients receiving combined peritoneal dialysis and hemodialysis therapy. See also Fig. 1 for overall results. (mean ± SEM)

一致すると考えられ、クレアチニン産生量、蛋白異化率 (protein catabolic rate : PCR) などこの前提に基づいている。今回の検討においても排泄・除去量を産生量と同一なものとし、検討を行った。尿素、クレアチニンなどの排泄量は非透析患者の蓄尿検査においても日々異なっ

おり<sup>13)</sup>、腹膜透析患者では Kt/V、Ccr などの透析指標に影響することが知られている<sup>14,15)</sup>。Rodby らは週 3 回の蓄尿、腹膜透析液排液検査から Kt/V、Ccr の平均変動係数 (coefficient of variation : CV) がそれぞれ 8.1%、9.4% であり、さらに蓄尿分の Kt/V、Ccr はそれぞれ 35.4%、30.3%

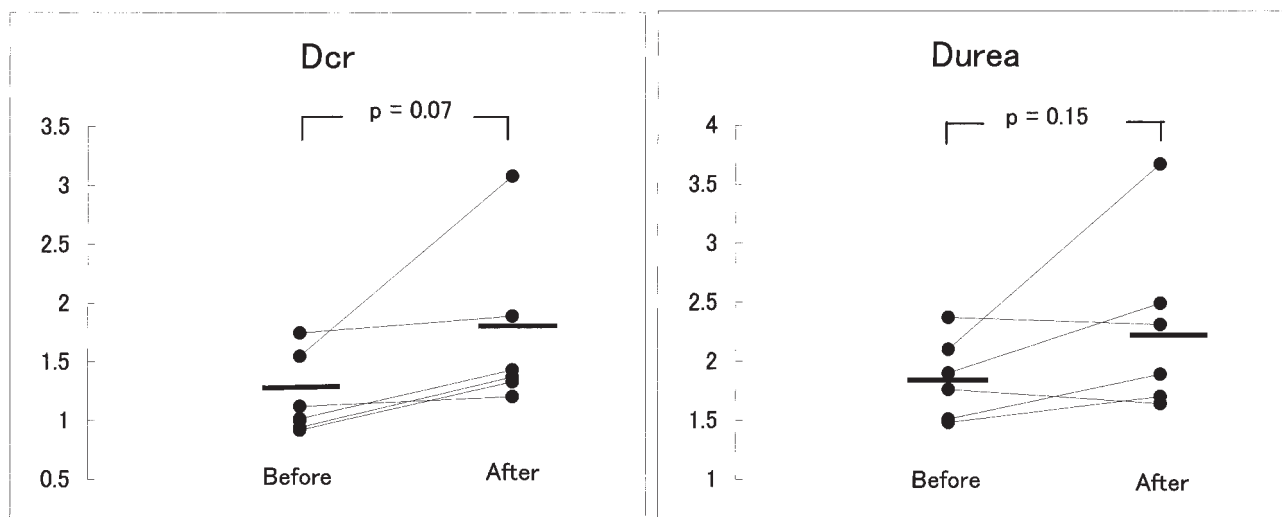
と著しい変動があることを報告した<sup>14)</sup>。Virga らも同様に KT/V, Ccr の CV 値がそれぞれ 4.0 %, 6.0 % であり, 残腎機能のある患者では変動が大きくなることを示した<sup>15)</sup>。週 1 回の血液透析を併用している患者ではその変動がさらに大きくなる可能性があるため, その週内変動を検討した。患者の体内溶質産生量は通常一定と考えられるが, それを推測する手段は排泄・除去量しかない。排泄・除去量は残腎機能, 透析ともにクリアランスに依存しており, 血中濃度が大きく変動する併用療法では 1 回の排泄量から溶質産生量を類推することは問題である。このため, 週当たりでの日々の排泄量の変動を 6 例の患者で検討したが, 予測通り, 尿素, クレアチニンの排泄量は血液透析翌日を最低として, その後増加した。溶質の血中濃度上昇を反映したものと推測される。しかし, 透析休息日前日の蓄尿, 腹膜透析排液からの溶質除去量は 1 週間での平均値と有意な違いがなく, 高い相関が得られたため, この値を代表値として, これを 7 倍することにより 1 週間の溶質産生量とした。厳密には毎回, 血液透析での除去量も考慮して体内産生量を測定する必要があるが, その測定は煩雑であり, 前述の変動の問題もあり, より簡便な透析指標としての観点からは, 血液透析前の蓄尿・腹膜透析液の排泄量で十分代用しうるかと考えた。

尿素, クレアチニンの体内分布容積は, 尿素がわずかにヘモグロビンに吸着されるものの, ほぼ体内水分量に等しいとされており, その量を求めるためには多くの推定式が提唱されている<sup>16~19)</sup>。今回は, 希釈率が実際に有用な指標となりうるか否かの初期的検討であるため, 最も単純な検査時体重に 0.58 を掛け合わせる方法を採用した。この方式は年齢や性差による分布容積の違いを無視しており, また, 併用透析においても 1 週間での体重変動があるため, その影響も考慮に入れる必要があるが, その誤差はせいぜい 10 % 以内であり, 今回の検討では許容範囲内と考えた。ちなみに, 今回検討した症例では体重の 58 % を分布容積とすると  $32.3 \pm 1.8$  l, Watson の式からは  $33.2 \pm 2.2$  l, バイオインピーダンス法(TANITA BODY FAT ANALYZER, タニタ, 東京)では  $34.0 \pm 2.5$  l となった。計算の基とした体重に関しても, 血液透析前後の平均値を採用したり, 実測体重ではなく, 理想(標準)体重を用いる

**Table 3. Parameters of dilution index for peritoneal dialysis and after transferring to the combined dialysis therapy in each cases (n=6)**

Parameters		Peritoneal dialysis	Combined dialysis
Volume (l)	case 1	27.1	27.1
	2	36.4	37.3
	3	26.3	26.8
	4	34.4	34.0
	5	32.8	33.2
	6	36.5	37.2
	Total	$32.3 \pm 1.8$	$32.6 \pm 1.9$
Cr G(mg)	case 1	5,457	10,501
	2	7,331	6,351
	3	4,218	3,781
	4	5,503	4,200
	5	3,960	4,722
	6	7,109	6,434
	Total	$5,597 \pm 575$	$5,999 \pm 1,006$
TAC (mg/dl)	case 1	12.98	12.45(16.5/8.4)
	2	21.04	12.81(18.36±7.25)
	3	9.18	7.02(9.95/4.08)
	4	13.90	10.30(14.10/6.49)
	5	12.84	10.38(14.33/6.42)
	6	20.20	12.07(16.30/7.84)
	Total	$15.02 \pm 1.89$	$10.84 \pm 0.88$
D	case 1	1.55	3.08
	2	0.92	1.33
	3	1.74	1.89
	4	1.12	1.20
	5	0.94	1.37
	6	1.02	1.43
	Total	$1.22 \pm 0.14$	$1.72 \pm 0.29$
BUN G(mg)	case 1	24,517	41,708
	2	65,726	52,238
	3	18,690	15,030
	4	24,982	23,259
	5	28,648	26,390
	6	37,370	40,096
	Total	$33,322 \pm 6,951$	$33,120 \pm 5,650$
TAC (mg/dl)	case 1	43	42(55/28)
	2	103	58(84/31)
	3	30	21(31/11)
	4	42	42(56/27)
	5	59	47(67/27)
	6	74	57(77/37)
	Total	$59 \pm 11$	$44 \pm 5$
D	case 1	2.1	3.67
	2	1.9	2.49
	3	2.37	2.31
	4	1.76	1.64
	5	1.48	1.70
	6	1.51	1.89
	Total	$1.85 \pm 0.14$	$2.28 \pm 0.31$

The parentheses of TAC means the value obtained at a pre/post hemodialysis session.



**Fig. 2. Changes in dilution indexes before and after transfer from simple peritoneal dialysis to combined peritoneal dialysis and hemodialysis therapy**

Each dilution index in six patients transferred from peritoneal dialysis alone to combined therapy is shown.

Dilution indexes for urea solely in peritoneal dialysis are equal to routine Kt/V. See Table 3 for each variable.

考え方もあり<sup>20,21)</sup>、今後検討していきたい。

TAC は通常、三時点での採血結果を基に算定されているが、血液透析の間隔が同じ場合は透析前後の平均値で代用するとされている<sup>22)</sup>。併用透析において血液透析の間隔は均等であり、腹膜透析による溶質濃度の変動はわずかなため、今回の検討では血液透析の前後値を TAC として用いた。山下の血中溶質濃度の simulation model<sup>7,8)</sup> からこの前提は妥当と考えた。

今回の検討は、血液透析前に腹膜休息を行っている併用透析患者に限定したが、同様の検討は腹膜休息をいずれかの時期に行った患者、あるいは腹膜休息を行っていない患者にも応用できるものと考えられる。その際には、血液透析を含めた週間溶質排泄量の測定が必須であるが、今回の検討のように 1 日の腹膜透析排泄量、残腎機能による排泄量から近似できる可能性もあり、今後の検討課題とした。

腹膜透析、血液透析の Kt/V はそれぞれ週当たり、各透析セッション当たりで計算されることが一般的で、実際、これらの指標が生存率に与える影響はほぼ等しいことが報告されている<sup>23,24)</sup>。今回、希釈指数は週当たりで計算したが、併用透析での具体的な数値目標は今後の課題であり、希釈指数の導入によりその端緒が開かれたのではないかと考える。

#### 謝 辞

患者とのコミュニケーション、検体の採取・測定にご協力いただきました当院臨床工学士 佐藤長典、坂本 貢、PD ナース 目時美喜子、富田絹江、竹井千秋の諸氏に感謝致します。

#### 文 献

1. Krediet RT. The peritoneal membrane in chronic peritoneal dialysis. *Kidney Int* 1999 ; 55 : 341-356.
2. Davies SJ. Peritoneal Dialysis is 21—Has it come of age ? *Nephrol Hypertension* 1999 ; 5 : 85-90.
3. Davies SJ, Phillips L, Griffiths AM, Russell LH, Naish PF, Russell GI. What really happens to people on long-term peritoneal dialysis ? *Kidney Int* 1998 ; 54 : 2207-2217.
4. Hashimoto Y, Matsubara T. Combined peritoneal dialysis and hemodialysis therapy improves quality of life in end-staged renal disease patients. *Adv Peritoneal Dialysis* 2000 ; 16 : 108-112.
5. Agarwal M, Clinard P, Burkart JM. Combined peritoneal dialysis and hemodialysis : Our experience compared to others. *Peritoneal Dial Int* 2003 ; 23 : 157-161.
6. Bergström J, Lindholm B. Nutrition and adequacy of dialysis. How do hemodialysis and CAPD compare ? *Kidney Int* 1993 ; 43(Suppl 40) : S39-S50.
7. 山下明泰. 腹膜透析に血液透析を併用する血液浄化法 (I). *臨床透析* 2000 ; 16(11) : 1817-1821.
8. 山下明泰. 腹膜透析に血液透析を併用する血液浄化法 (II). *臨床透析* 2000 ; 16(12) : 1925-1929.
9. 渡辺修一, 石井健夫, 井口保之, 佐藤順一, 瀬嶋克之, 船

- 間敬子, 木村靖夫, 渡邊禮次郎. 長期 CAPD 症例に対する CAPD+HD 併用療法の検討. 腎と透析 1996 ; 40(1) : 129-132.
10. 内山浩一, 土田昌弘, 岸 弓景, 藤川公樹, 河村英文, 高井公雄, 内藤克輔, 米田 勇, 須賀昭信, 竹本雅彦. 週間クレアチニン除去量を用い血液透析腹膜透析併用療法時の適正透析治療計画を行った 2 例. 透析会誌 2003 ; 36(1) : 73-79.
  11. Yamada T, Hiraga S, Akiba T, Marumo F. Analysis of urea nitrogen and creatinine kinetics in hemodialysis : Comparison of a variable-volume two-compartment model with a regional blood flow model and investigation of an appropriate solute kinetics model for clinical application. Blood Purif 2000 ; 18 : 18-29.
  12. 山田敏生. 至適透析量 どれだけ透析すればよいか. 大阪 : メディカ出版, 2003
  13. Edwards OM, Bayliss RIS, Millen S. Urinary creatinine excretion as an index of the completeness of 24-hour urine collections. Lancet 1969 ; ii : 1165-1166.
  14. Rodby RA, Firanek CA, Cheng Y-G, Korbet SM. Reproducibility of studies of peritoneal dialysis adequacy. Kidney Int 1996 ; 50 : 267-271.
  15. Virga G, Amici G, Mastrosimone S, et al. Day-to-day variability of adequacy indexes in peritoneal dialysis. Nephrol Dial Transplant 1999 ; 14 : 2932-2936.
  16. Cooper BA, Aslani A, Ryan M, Zhu FYP, Ibels LS, Allen BJ, Pollock CA. Comparing different methods of assessing body composition in end-stage renal failure. Kidney Int 2000 ; 58 : 408-416.
  17. Wong KC, Xiong DW, Kerr PG, Borovnicar DJ, Stroud DB, Atkins RC, Strauss BJG. Kt/V in CAPD by different estimations of V. Kidney Int 1995 ; 48 : 563-569.
  18. Woodrow G, Oldroyd B, Wright A, Coward WA, Truscott JG, Turney JH, Brownjohn AM, Smith MA. Comparison of anthropometric equations for estimation of total body water in peritoneal dialysis patients. Nephrol Dial Transplant 2003 ; 18 : 384-389.
  19. NKF-DOQI Guidelines. Guideline 9. Estimating total body water and body surface area (opinion). Am J Kidney Dis 1997 ; 30 : S80-81.
  20. Oreopoulos DG. The optimization of continuous ambulatory peritoneal dialysis. Kidney Int 1999 ; 55 : 1131-1149.
  21. Tzamaloukas AH. In search of the ideal V. Perit Dial Int 1996 ; 16(Suppl 4) : 345-346.
  22. Lowrie EG, Teehan BP. Principles of prescribing dialysis therapy : Implementing recommendations from the National Cooperative Dialysis Study. Kidney Int 1983 ; 23 (Suppl 13) : S113-122.
  23. Keshaviah P, Collins AJ, Ma JZ, Churchill DN, Thorpe KE. Survival comparison between hemodialysis and peritoneal dialysis based on matched doses of delivered therapy. J Am Soc Nephrol 2002 ; 13 : S48-S52.
  24. Keshaviah P. Adequacy of CAPD : A quantitative approach. Kidney Int 1992 ; 42(Suppl 38) : S160-S164.