

# いきいき 透析ライフ

快適な透析生活のために

## 講義 4



## II-2 腹膜透析の強み

連日透析をすることがより腎臓に近づいた療法であることを述べましたが、腹膜透析はまさに連日透析ができ、腎臓への負担が少なくてすみます。腎臓への負担が少ないので、残っている腎臓の機能(残存腎機能)を長く保てるのが腹膜透析の一番の良いところです。

血液透析とは違って、人間の腹膜という組織を使って透析を行いますので、人それぞれ性能が違います。また、腹膜は透析歴が長くなればなるほど傷んでいきます。腹膜透析はその傷み具合によって処方を変更していかなくてはなりません。したがって、腹膜透析と長く上手に付き合っていくには自分の腹膜の状態を知っておく必要があります。

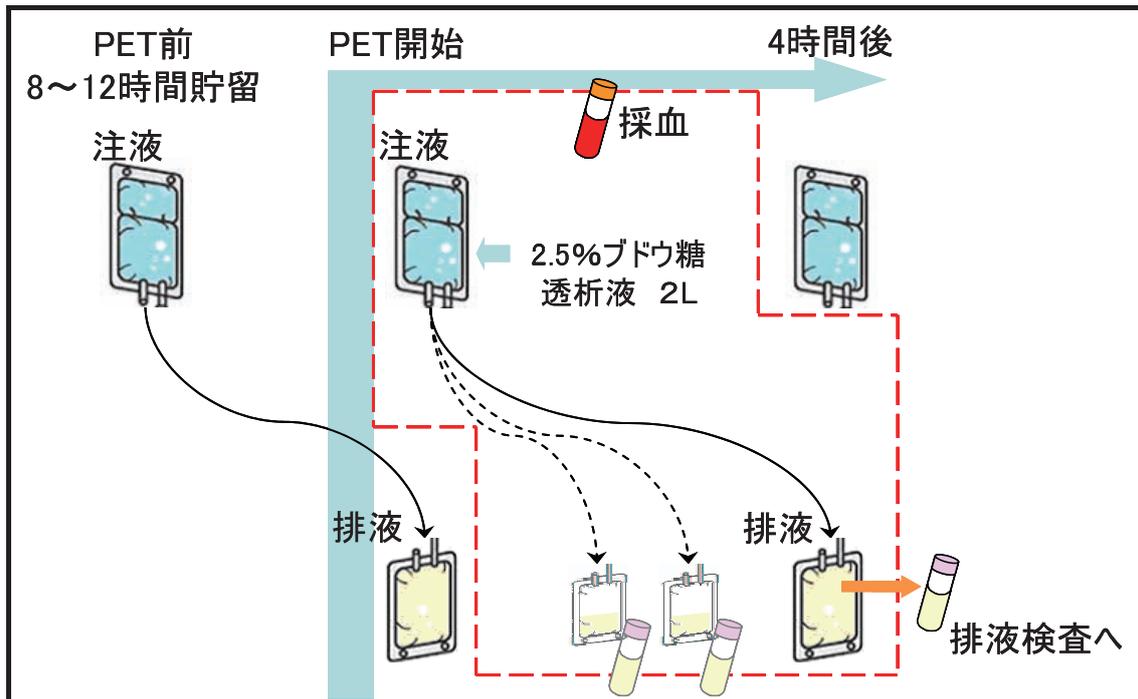
### II-2-1) 腹膜の性能(評価方法)を知ろう～PET

腹膜でもダイアライザと同様、除水と溶質(尿毒素)の除去を行っています。どれくらいの除水能や透析量が得られる腹膜かどうかを調べる方法として“PET(ペット)”というものがあります(図 30)。

PETとは peritoneal equilibration test の頭文字をとっており、“腹膜平衡試験”という意味です。これは最も簡便で広く行なわれている腹膜機能の検査です。ブドウ糖濃度が 2.5%の腹膜透析液を 4 時間貯留して行います。<sup>1)</sup>

PETでわかることは、尿毒素の 1 つであるクレアチニンが体の中から透析液へどれくらい移動しやすいかをみることができます。これを“クレアチニン D/P”といいます(図 31)。逆に、透析液中にあるブドウ糖が腹腔の中にどれくらいとどまっているかを見ることもできます。これを“グルコース D/D(0)”といいます(図 31)。

## 講義4



- PET 検査前に 8～12 時間透析液を貯留しておきます。
- 貯留液を排液し、通常行なっている手順で 2.5%ブドウ糖透析液 2L を注液します。
- この時注液量を計測しておきます。
- 注液 4 時間後に貯留していた液を排液します。排液量を計測した後、排液を 10mL 採り、排液検査をします。

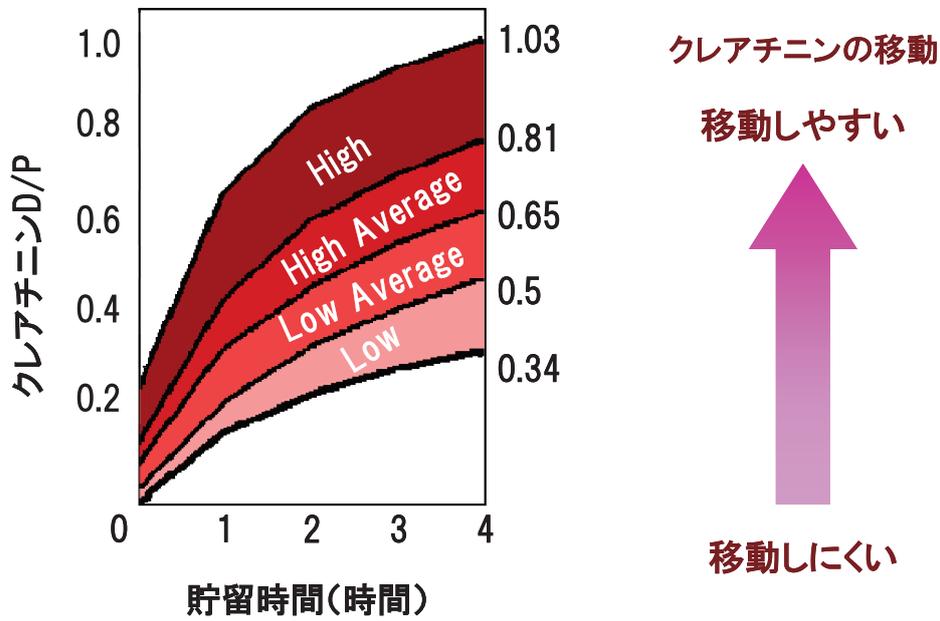
上記は簡易の PET 方法で、fast PET(ファストペット)といいます。

スタンダード PET では注液直後と 2 時間後の排液も検査します。

図 30 PET 検査方法

# 講義4

クレアチニン D/P =  $\frac{\text{排液中濃度(mg/dl)}}{\text{血中濃度(mg/dl)}}$



グルコース D/D(0) =  $\frac{\text{排液中濃度(mg/dl)}}{\text{初期排液中濃度(mg/dl)}}$

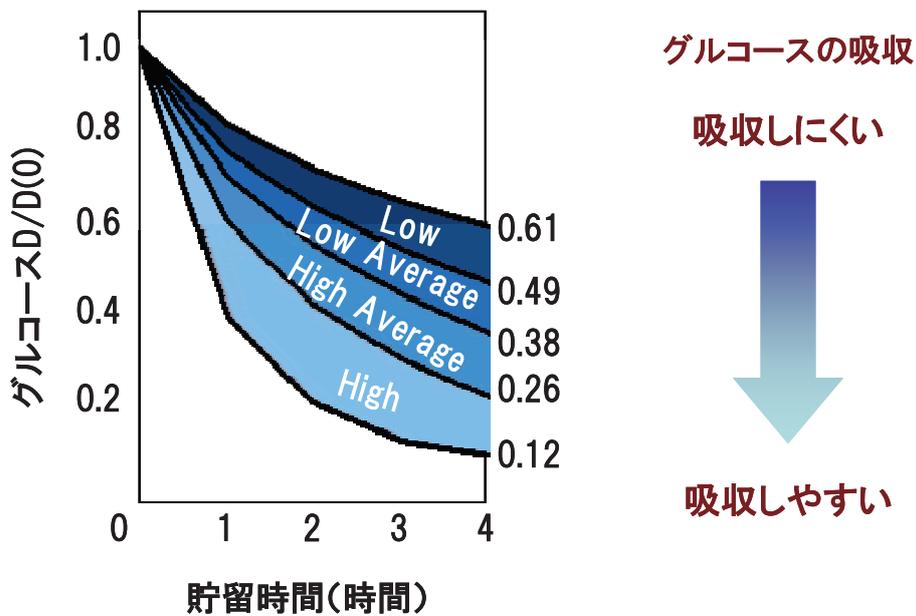


図 31 PET グラフ

## II-2-2) クレアチニン D/P

D は dialysate (透析液排液)、P は Plasma (血漿) (または serum (血清)) を表します。血漿は血液の液体成分です。D/P ということは、(排液中のクレアチニン濃度) / (血液中のクレアチニン濃度) ということになります。この値が高ければ高いほどクレアチニンは排液中へ移動しやすく、小さいほど移動しにくいといえます。これを調べるためには 4 時間貯留した排液中のクレアチニン濃度と、検査中に採血をして血中のクレアチニン濃度を測定する必要があります。

## II-2-3) グルコース D/D(0)

D は dialysate (透析液排液)、D(0) は透析液の初期濃度をいいます。つまり、D/D(0) は、(排液中のグルコース濃度) / (透析液のグルコース濃度) ということになります。グルコースは透析液から体内に吸収されていくので、この値はどんどん小さくなっていきます。

## II-2-4) カテゴリ分類

D/P や D/D(0) を算出したら、それぞれの値を PET カテゴリに分類します。この分類は、H (High)、HA (High Average)、LA (Low Average)、L (Low) の 4 つに分けられています。多くの腹膜透析患者さんは HA か LA に属しますが、透析歴が長くなるとだんだん H に近づいていきます。H はクレアチニンの移動がしやすいので尿毒素が除去されやすく、良いように思われるかもしれませんが、同時に透析液中のブドウ糖も体の中に移動しやすいので、透析液の浸透圧が保たれず、除水しにくい腹膜ということが言えるのです。尿量がなく腹膜で除水がで

## 講義4

きなくなると、腹膜透析の力では不十分となり、血液透析の力を借りることになります。

### II-2-5) 除水のされ方、溶質の移動の仕方

腹膜での溶質の除去のされ方や除水には特徴があります(図 32)。腹膜での溶質の除去は、拡散の原理で行なわれています。

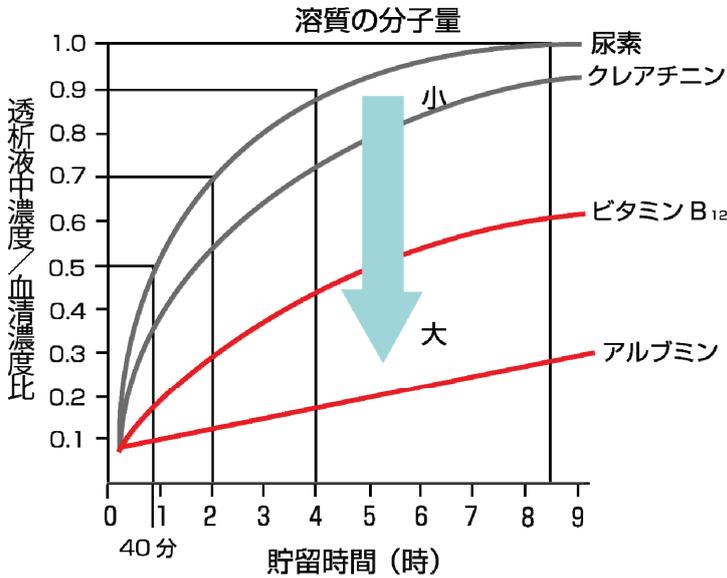
尿毒素のひとつであるクレアチンを例にして説明します。透析液にはクレアチンは含まれていないので、クレアチンは体の中から透析液のほうに移動していきます。濃度差があればあるほど良く移動するので、新しく腹膜透析液を注射液した時が最もよく移動し、時間が経てば経つほどあまり移動しなくなってきます。

腹膜での除水は、浸透圧の差で行なわれています。腹膜透析液のほうが血液の浸透圧より高くなるように作られていますので、体の中の水分が透析液のほうに移動していきます。浸透圧物質であるブドウ糖は血中へと吸収されていくため、透析液の浸透圧はだんだん小さくなってきます。そうすると水の移動が止まり、リンパ管からの再吸収の作用も加わり、体の中に吸収されてしまうのです。

腹膜は人それぞれ性能が違うので、図 32 で示すグラフの曲線の描き方が違ってきます。PET カテゴリが H(High)の腹膜ではクレアチンが移動しやすいので曲線が上がり、L(Low)では下がります。同様に除水の曲線は H では下がり、L では上がります。また、除水においては、浸透圧が高い透析液を使うと、より浸透圧差ができるので、より除水ができるようになります。

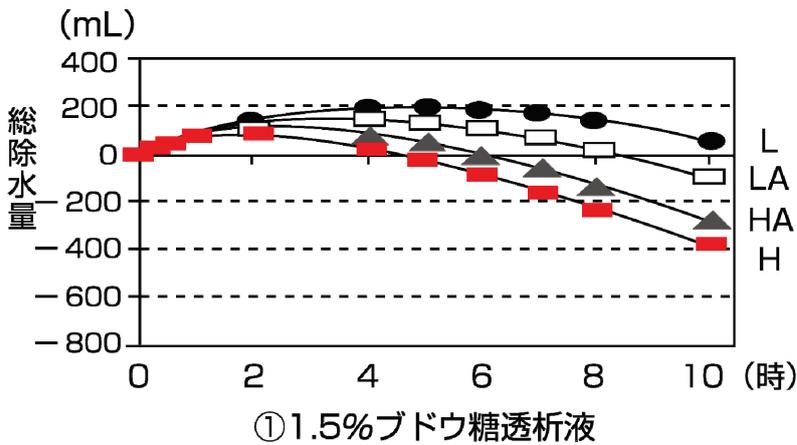
# 講義4

D/P 曲線

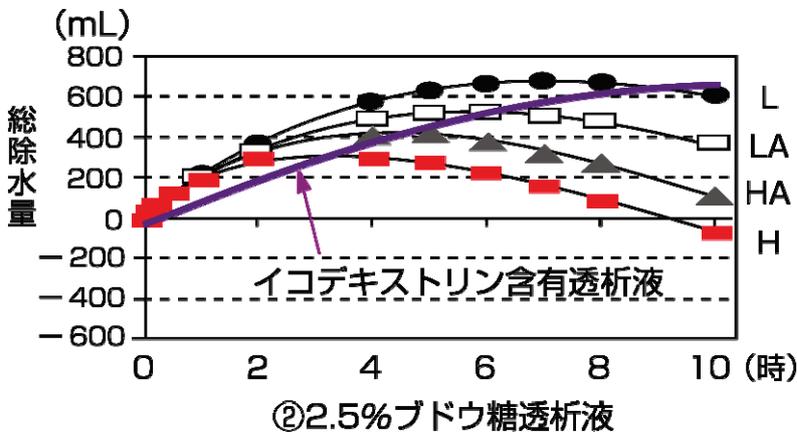


透析液に含まれていない尿素やクレアチニンなどは、貯留時間が長くなればなるほど血中から透析液に移動します。分子量が小さいものほど早く移動するので、大きい分子を除去するには長時間の貯留が必要になります。

除水曲線



腹膜での除水は、ある貯留時間でピークになり、それから徐々に少なくなっていく  
PET カテゴリが H になるほどピークが早くなり、除水量が得られなくなてきます。



透析液のブドウ糖濃度を上げると浸透圧が高くなり、より除水が得られるようになります。

図 32 溶質の除去と除水の変化のグラフ溶質の移動<sup>2)</sup>

### II-2-6) 効率の良い腹膜透析の処方設定

腹膜は人それぞれ性能が違い、その性能によって尿毒素の除去や除水量の変化の仕方が違ってきます。それぞれの腹膜の性能に応じた、効率の良い透析の仕方を考えて見ましょう。

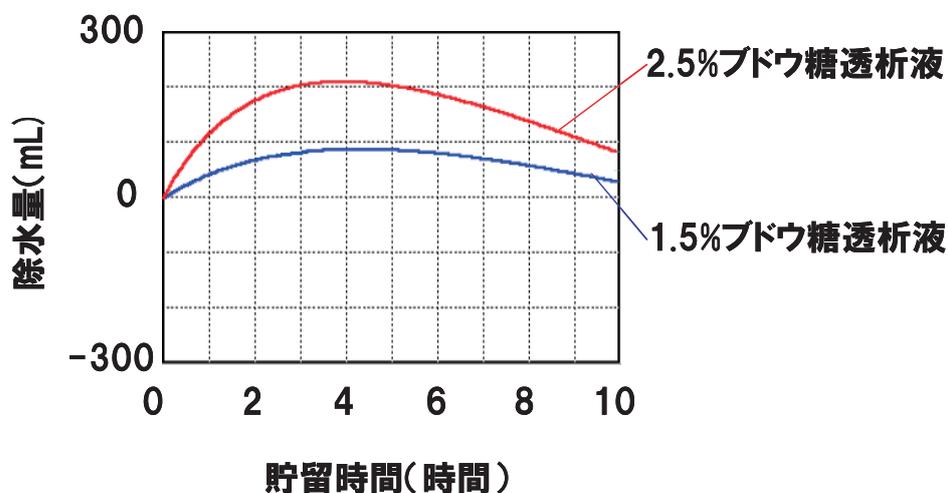
尿毒素をたくさん除去しようと思えば、新しい透析液を何度も入れ替えるとそれだけ濃度差がつくので良いと考えられます。しかし、PET カテゴリが L (Low) のように溶質が移動しにくい腹膜では、長時間貯留しなければ溶質の除去ができません。

除水を効率よく得ようとする、除水量の曲線で頂点になるところでバッグ交換をするのが一番良いと考えられます。また、さらに除水を得ようとするならばより浸透圧の高い透析液を選ぶといいのですが、あまり高い浸透圧の透析液は腹膜を早く傷つけますので、なるべく低い浸透圧の透析液を処方することが望ましいです。

図 33 の場合、1.5%ブドウ糖透析液の使用で一番除水が得られるのは、貯留時間が約 5 時間のところになり、1 回のバッグ交換で約 100mL の除水ができます。これを日中 3 回繰り返したら 300mL の除水ができ、就寝時は 8 時間ぐらい貯留することになるので約 50mL の除水ができます。すると一日で 350mL の除水ができることになるのです。尿量が十分ある場合はこれくらいの除水量でも良いですが、尿量が少ない場合は透析液の浸透圧を上げたり、夜間寝ている間に APD 装置を利用してバッグ交換回数を増やしたりするなどの工夫をすることで除水量を増やすことができます。

## II-2-7) 腎臓vs腹膜透析

では、腹膜透析でどれくらいの透析をすれば良いのか考えてみましょう。尿毒素の透析量に関しては、血液透析と同様に、腹膜透析でも  $Kt/V$  を指標にして評価しています。



2.5%ブドウ糖透析液では貯留時間約4時間で約200mLの除水が得られます。1.5%ブドウ糖透析液では貯留時間約5時間で約100mLの除水が得られます。

図 33 除水曲線の例

## II-2-8) 腹膜透析の $Kt/V$ と $CCr$

腹膜透析の  $Kt/V$  は以下のような計算で行われています(図 34)。週当たりの腹膜  $Kt/V = \text{腹膜 } Kt/V(1 \text{ 日量}) \times 7(\text{日})$  として計算をします。血液透析と同様に考えると、腹膜のクリアランスは、 $D/P \times \text{排液量}$  ということになります。

もう一つ、透析量の指標に“ $CCr$ (クレアチンクリアランス)”というものがあります。これは、尿毒素の1つであるクレアチンが体内から透析液へどれだけ排出さ

## 講義4

れているかを見るものです(図 35)。腹膜のクレアチニンのクリアランスを算出し、体格の差を補正するために体表面積の割合をかけた式になります。1.73 は日本人の平均体表面積です。

## 講義4

$$Kt/V =$$

$$(D/P \text{ urea}) \times (\text{1日の総排液量}) \times 7 \text{日} / (\text{体液量})$$

例：体重50kgの成人男性の場合

バッグ交換 スケジュール	排液量	排液 尿素窒素濃度	血中 尿素窒素濃度
7:00	1900mL	45mg/dL	45mg/dL
12:00	2400mL	40mg/dL	
16:00	2200mL	35mg/dL	
22:00	2400mL	40mg/dL	

体液量は体重の60%とすると、

$$\text{体液量} = 50\text{kg} \times 0.6 = 30\text{L} = 30000\text{mL}$$

各バッグ交換スケジュールの Kt/V は、

$$Kt/V(7:00) = 45 \times 1900 / 45 / 30000 = 0.063$$

$$Kt/V(12:00) = 40 \times 2400 / 45 / 30000 = 0.075$$

$$Kt/V(16:00) = 35 \times 2200 / 45 / 30000 = 0.062$$

$$Kt/V(22:00) = 40 \times 2400 / 45 / 30000 = 0.075$$

1週間あたりの Kt/V は、

$$\{Kt/V(7:00) + Kt/V(12:00) + Kt/V(16:00) + Kt/V(22:00)\} \times 7$$

$$= (0.063 + 0.075 + 0.062 + 0.075) \times 7 = 1.92 (/week)$$

となります。

図 34 腹膜の Kt/V urea

## 講義4

### CCr(クレアチンクリアランス)＝

$$(D/P \text{ クレアチン}) \times (1 \text{ 日の総排液量}) \times 7 \text{ 日} \times 1.73 / (\text{体表面積})$$

例：身長160cm 体重50kg の成人男性の場合

バッグ交換 スケジュール	排液量	排液 クレアチニン濃度	血中 クレアチニン濃度
7:00	1900mL	8.5mg/dL	10.0mg/dL
12:00	2400mL	6.5mg/dL	
16:00	2200mL	5.0mg/dL	
22:00	2400mL	6.5mg/dL	

体表面積＝ $0.007187 \times (\text{身長}^{0.725}) \times (\text{体重}^{0.425})$ より、

$$\text{体表面積} = 0.007187 \times (160^{0.725}) \times (50^{0.425}) = 1.34\text{m}^2$$

各透析スケジュールのCCrは、

$$\text{CCr}(7:00) = 8.5 \times 1.9(\text{L}) / 10 \times 1.73 / 1.34 = 1.615 \times 1.73 / 1.34$$

$$\text{CCr}(12:00) = 6.5 \times 2.4(\text{L}) / 10 \times 1.73 / 1.34 = 1.560 \times 1.73 / 1.34$$

$$\text{CCr}(16:00) = 5.0 \times 2.2(\text{L}) / 10 \times 1.73 / 1.34 = 1.100 \times 1.73 / 1.34$$

$$\text{CCr}(22:00) = 6.5 \times 2.4(\text{L}) / 10 \times 1.73 / 1.34 = 1.560 \times 1.73 / 1.34$$

1週間あたりのCCrは、

$$\{\text{CCr}(7:00) + \text{CCr}(12:00) + \text{CCr}(16:00) + \text{CCr}(22:00)\} \times 7$$

$$= (1.615 + 1.560 + 1.100 + 1.560) \times 1.73 / 1.34 \times 7$$

$$= 52.7 \text{ L/week} / 1.73\text{m}^2$$

となります。

図 35 腹膜のCCr(クレアチンクリアランス)

### II-2-9) 腎臓vs腹膜透析

では、腹膜透析でどれくらいの透析量があればよいのか考えてみましょう。

適正透析量をどれくらいにしたら良いかというのは、今もまだ議論されているところですが、日本透析医学会において、2007年に新しい適正透析ガイドラインについて検討され、2009年版日本透析医学会「腹膜透析ガイドライン」が作成されました<sup>3)</sup>。ここでは腹膜と残腎をあわせた総  $Kt/V$  が最低 1.7 必要であるとされました。また、 $CCr$  を透析量の指標としないことになりました。これは、クレアチニンは筋肉を良く動かすと産生される物質で、筋肉量や運動量に左右されやすく、過大評価される可能性が指摘されたためです。

では、 $Kt/V$  が 1.7 は容易に達成できるのでしょうか？ 図 27 を見てもわかりますように、腹膜透析は、尿素窒素のような小分子ではIV型ダイアライザや腎機能に匹敵する透析量がありますが、 $\beta$  2-MG のような中分子では力が及びません。しかし、図 24 のように体の変化が腎臓に近い腹膜透析療法は、残存腎機能の保持と尿量の温存に対して有利とされているため、尿量の維持されている人に望ましいと考えられます。それは腹膜透析だけでは  $Kt/V$  が目標値を達成できなくても、残存腎機能があれば十分達成することができるからです。また尿量が減っても、透析スケジュールや腹膜透析液の浸透圧を変更したりAPD を利用したりすることで目標を達成することができます。

総  $Kt/V$  が 1.7 を達成していても尿毒症症状が改善されない場合があります。これは、 $Kt/V$  が尿素窒素を指標としており、中分子や大分子物質を評価できていないからと考えられます。そのような場合は血液透析との併用療法を検討します。残存腎機能も腹膜の状態も年月と共に変化していくので、定期的に検査し、医師やスタッフと相談しながら処方を組んでいきましょう。

### II-2-10) 腹膜透析における適正透析

腹膜透析療法は、前述したように、年月と共に処方を変える必要があります。個々の腹膜にあった処方を組むには、個々の腹膜の除水曲線や溶質除去能を調べなければなりません。しかし、除水曲線などの計算は簡単にはできないので、コンピューターを使って行なわれています。

“NAVI Light”という腹膜透析をシミュレーションできるソフトウェアでは、決められた検査スケジュールで行なわれた排液検査データと血液検査データを使って腹膜機能を調べます(図 36)。血液透析と併用している場合は、注排液の検査の後に血液透析を行います。併用療法を検討している場合は、ダイアライザの性能を表す溶質のクリアランス(カタログ値)を用います。NAVI Light を用いると腹膜の状態や除水曲線、栄養状態までも解析することができ、これらの解析結果から、透析処方をシミュレーションすることができます(図 37・38)。

## II-2-10) 腹膜透析における適正透析

腹膜透析療法は、前述したように、年月と共に処方を変える必要があります。個々の腹膜にあった処方を組むには、個々の腹膜の除水曲線や溶質除去能を調べなければなりません。しかし、除水曲線などの計算は簡単にはできないので、コンピューターを使って行なわれています。

腹膜透析用治療計画プログラム ジェイリンクNAVI<sup>※</sup>(以下、ジェイリンクNAVI)という腹膜透析をシミュレーションできるソフトウェアでは、決められた検査スケジュールで行なわれた排液検査データと血液検査データを使って腹膜機能を調べます(図36)。

血液透析と併用している場合は、注排液の検査の後に血液透析を行います。併用療法を検討している場合は、ダイアライザの性能を表す溶質のクリアランス(スカタログ値)を用います。ジェイリンクNAVIを用いると腹膜の状態や除水曲線、栄養状態までも解析することができ、これらの解析結果から、透析処方をシミュレーションすることができます(図37・38)。

### ※腹膜透析用治療計画プログラム ジェイリンクNAVI

仕様	
販売名	ジェイリンクNAVI
品番	JC-JLINKNAVI
JANコード	4987494304103
ソフトウェアVer.	1.0.0
医療機器承認番号	22900BZX00311000
高度管理医療機器	クラスⅢ (腹膜透析用治療計画プログラム)

### 検査方法

#### ジェイリンクNAVI検査方法

START → 時間経過  
時刻は例示（注液・排液開始時刻）

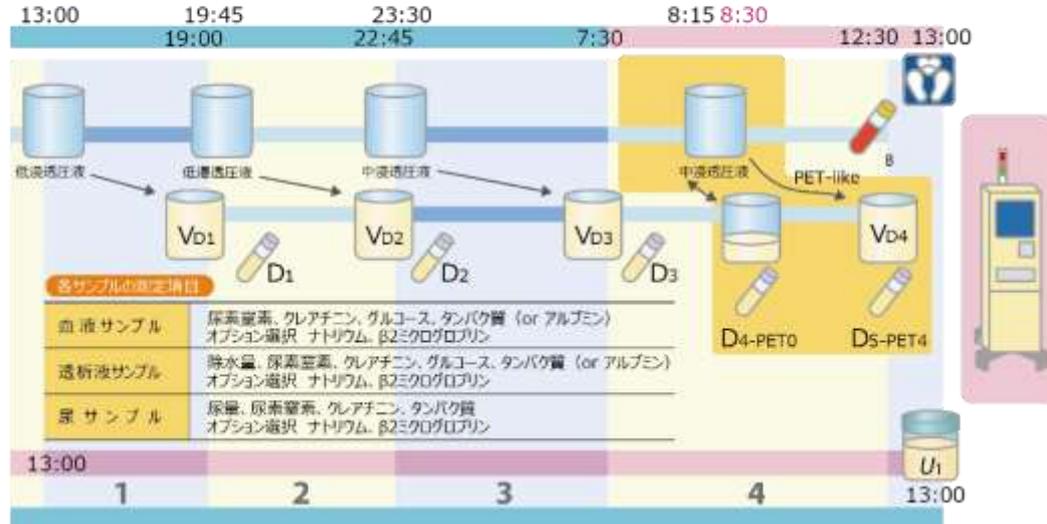


図36 ジェイリンクNAVI検査方法

### ●腹膜機能解析・結果



図37 ジェイリンクNAVI解析結果画面

## ●シミュレーション処方解析・結果



1週間の透析スケジュールと腹膜透析の処方案を入力すると透析量をシミュレーションすることができます。

また、血液透析と併用を検討する場合は、ダイアライザの性能(値)を合わせて入力するとシミュレーションすることができます。

図37 ジェイリンクNAVIシミュレーション画面

## II-3 PD ファーストという考え方

血液透析腹膜透析共に良いところ悪いところがあります。これらの利点を最大限に活かして、より良い透析ライフをしていくにはどうしたらよいのでしょうか？

パワフルな血液透析と穏やかな腹膜透析を、残った腎臓になるべく負担をかけないように、できるだけ長く快適な透析ができるようにと考えられたのが“PDファースト”です。

PDファーストとは、透析ライフを腹膜透析からはじめ、残存腎機能をなるべく維持し、腹膜透析では力不足になってきたら、血液透析の力を借りていこうという、透析ライフの全体像を示したものです(図39)。

残存腎機能を維持できると、透析による合併症が軽減されます。

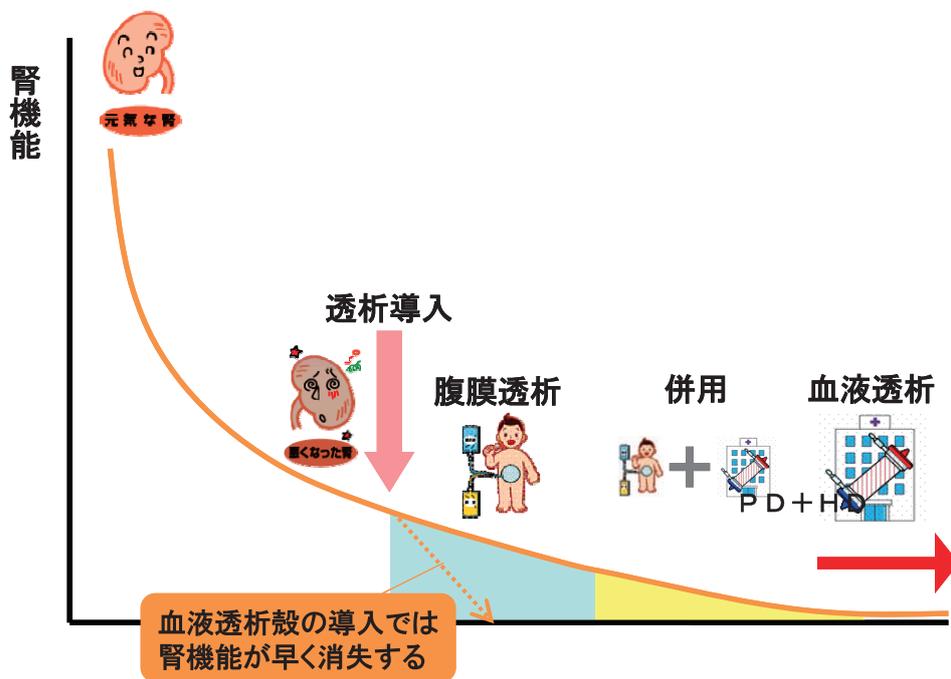
また、血液透析や腹膜透析だけで治療するよりも腹膜透析の後に血液透析に変更した方が、生命予後が良いという報告もあります<sup>6)</sup>。

しかし、残念ながらすべての人がPDファーストで透析が始められるわけではありませ

## 講義4

ん。透析導入時の腹膜の状態から腹膜透析では透析が不十分な場合や、バッグ交換などの手技が難しい場合、腹膜透析ができる環境ではない場合などは、血液透析からの透析導入となります。

透析導入段階、あるいは保存期の段階で、これからの透析ライフをどのようにすごすのか、医師やスタッフと相談しながら決めていきましょう。<sup>4)</sup> <sup>5)</sup>



残存腎機能を大事にしながら透析とうまく付き合っていきましょう。

図 39 透析ライフの全体像-PD ファースト<sup>7)</sup>

## 参考文献

- 1) 川西秀樹 2008.6 改訂 2 版 患者さん悩みに答える 新しいCAPDケアマニュアル p13-15 メディカ出版
- 2) 川西秀樹 2008.6 改訂 2 版 患者さん悩みに答える 新しいCAPDケアマニュアル p144 メディカ出版
- 3) 日本透析医学会 2009 2009 年度版 腹膜透析ガイドライン 日本透析医学会
- 4) 川西秀樹 2008.6 改訂 2 版 患者さん悩みに答える 新しいCAPDケアマニュアル p8-9 メディカ出版
- 5) 浅野泰 2003.3 透析療法のコツと落とし穴 p206-207 中山書店
- 6) Van Biesen W 2000 Comparison of survival on CAPD and haemodialysis: statistical pitfalls Nephrol Dial Transplant. Mar;15(3):307-1
- 7) 川西秀樹 2008.6 改訂 2 版 患者さん悩みに答える 新しいCAPDケアマニュアル p57 メディカ出版