いきいき 透析ライフ

快適な透析生活のために

講義3



II 体液量を適正範囲にする(維持する)

前項で腎臓の機能やその機能が低下すると、体に尿毒素というものが溜まってくること、その 尿毒素を除去する方法に透析療法があること、また透析療法には血液透析と腹膜透析と いうものがあり、それらの特徴を簡単に説明しました。

この項では、腎臓、血液透析と腹膜透析について、その能力、性能について詳しく説明します。その中で、各透析療法の強みや弱みを理解していくと共に、2 つめのポイントとなる、体液量をいかにコントロール(適正範囲に維持)して、正確に、適正に尿毒素の除去や透析量を評価すること、さらにそれらを評価する方法を知ってもらうことが重要です。

II-1 透析療法 vs.腎臓

透析療法には血液透析と腹膜透析がありますが、それぞれ強み弱みがあります。 それらを理解することが、長い透析ライフを快適にするヒントになるのです。

さて、血液をきれいにする透析療法ですが、腎臓に比べてどれだけの力があるので しょうか?それぞれの透析療法の特徴とその透析量について説明していきます。

II-1-1) 血液透析の強み

血液透析の強みは透析量をダイアライザの性能やコンソールで調節できることです。そしてダイアライザは人工膜ですからもちろん劣化することがなく、安定して透析量を確保することができます。パワフルな血液透析療法ですが、実際の腎臓と比べてどれくらいの透析ができるのでしょうか?

II-1-2) どれだけ透析されているのかを調べる方法

透析で除去したいものは主に体の中に溜まった尿毒素と過剰な水分です。尿毒素の除去量を透析量といい、水分の除去量を除水量といいます。これら 2 つの量を調べる方法について説明します。

II-1-3) 透析量の評価 Kt/V urea

血液透析の透析量を評価してみましょう。血液透析ではよく、"標準化透析量=Kt/V urea(ケーティーオーバーブイ ウレア)"で透析量を評価します。これは尿毒素の代表としてよく用いられている"尿素窒素(Urea、ウレア)"がどれくらい体から除去されているかを計算して調べる方法です。

尿素窒素は尿素に含まれる窒素の濃度のことです。タンパク質は体の中に取り込まれると分解されて最終的に尿素になります。尿素は分子量(大きさ)が小さいため、体の組織を構成している細胞膜を自由に通過するので、体全体に分布していると考えられています。そこで、尿毒素の代表として尿素窒素を指標とします。

血液透析では、ダイアライザがどれくらい尿素窒素を透析したかによって透析量を算出することができます。また、血液透析の透析量はダイアライザの性能によります。Kt/VのKは"クリアランス"といって、ダイアライザの透析効率を意味します。単位は mL/分で、1 分間にどれくらいの量の尿素窒素を除去することができるかを表しています。tは"透析時間"、Vは"体液量"です。Kとtを掛け算すると、透析時間中に除去できた尿素窒素の量がわかります。除去したい量は体の大きさによって違ってくるので、体液量で除すると、体の大きい人も小さい人も同じように評価することができます(図 26)。1)



K:透析効率

(一定使用条件のダイアライザ性能)

t:透析時間

V:体液量

Kt/V=1.0とは、理論的に「全体液を一度きれいにしたこと」を意味します。

図 26 標準化透析量 Kt/V urea

しかし、ダイアライザの性能は使用中にも徐々に落ちてくることが知られています。 透析装置に表示されている血流量も常に正しいとは限りません。また、血圧低下で血流量を下げることもあります。 透析時間も正確に設定どおりにならないこともあります。 体液量についても性別年齢による違いがあったり、 透析中も変化したりします。 したがって、ダイアライザの性能だけでは正確な評価ができないのが現実です。 このような理由より、様々な Kt/V の計算式が考えられています(表 7)。 最もよく使われている式は、 透析前後の尿素窒素と体重を測定して算出する Daugirdas の single-pool model の式です。

Kt/V
Gouchの式
透析中の体液量一定・尿素産生量ゼロ

Daugirdasの式(single-pool kt/v:Kt/Vsp)
除水と尿素産生の影響を補正した式

Daugirdasの式(equilibrated kt/v:Kt/Ve)
尿素のリバウンドや細胞内外の濃度差を考慮したもの

shinzato(新里)式
1 型間に重生される影響量は辺辺回の透析で重式される風景量に関しい

表 7 Kt/V のいろいろ

II-1-4) 除水量の管理

透析療法を受けている患者さんのほとんどは尿量が減少しているので、次の 透析の日まで体に水分がたまっていき、その分体重が増えていきます。透析を したら過剰な水分は除去されるので体重が減ります。したがって透析前後の体 重差を測ることで水分の除去量を調べることができます。

そのためにはどれくらいの体重に維持するかを決めなくてはなりません。それを "基礎体重"または"ドライウェイト"といいます。

II-1-5) ドライウェイトの決め方

ドライウェイトは、"乾いた体重"という意味ではありません。平たく言うと、"体液量が適正で、体調の良い体重"という意味です。体調が良いというのは、むくみがなく血圧が正常で栄養状態の良いことを言います。しかし、ドライウェイトを決定する公式というものはなく、体調は日々変動しますし、尿量も日々変わるので、杓子定規には決められません。では、どのようにしてドライウェイトを決めているのでしょうか?

ドライウェイトとその設定の指標は、

- 心胸郭比(CTR)が男性 50%以下、女性 55%以下
- ◆ 体水分が過剰である症状が無い(むくみ・体腔液貯留・心不全症状などの溢水兆候)
- 体水分が過少である症状が無い(HD時の血圧低下・筋痙攣・透析後 疲労感などの脱水兆候)
- 血圧も良好な体重

- 患者の体調、臨床所見(血圧など)、補助的な検査(胸部 X 線写真など)を参考に決定
- 透析生活を通じて一定ではなく、必ず変動する。

これらの項目は、体の水分量が適量であるかを判断するための指標となり、これらを考慮しながらドライウェイトを設定していきます。また、ドライウェイトは栄養状態や血圧の問題などで変化することもあるので、患者さんの状態に合わせて設定変更されます。ドライウェイトは体調のよい体重です。透析後も体調が悪いときなどは、ドライウェイトの再設定をする場合があります。

また、ドライウェイトとは別に標準体重というものがあります。標準体重はBMI=22 になる時の体重をいいます。BMI=体重(kg)/(身長(m)×身長(m))で算出できます。これはおもに栄養状態の目安になり、肥満ややせの判定や、糖尿病患者さんの体重設定などの時に利用します(透析ライフマニュアル参照)。ドライウェイトと標準体重とは別物(ドライウェイト≠標準体重)なので注意してください。2)3)4)

II-1-6) どれくらいの体重増加が理想?

透析後にドライウェイトの体重になっても、次の透析まではまた体重が増加していきます。しっかり栄養をとらなくてはいけないので、体重が増えて当然ですが、あまり増えすぎると心臓への負担が大きくなり取り返しのつかないことになりかねません。では、どれくらいが程よい体重増加なのでしょうか?

多くの方は血液透析を週3回行いますので、透析と透析の間は1日から2日空くことになります。透析間が1日の場合ドライウェイトの3%、2日の場合は5%以内の体重増加がよいとされています。

たとえばドライウェイトが 50 キロの方の場合、

● 透析間が1日の場合:50×0.03=1.5Kg

● 透析間が2日の場合:50×0.05=2.5Kg

となります。

体重増加の割合が多くなると死亡の危険度が増えていきますので、体重管理 は注意が必要です。摂取する水分と排泄される水分についてもう一度よく考え て安全な透析を行っていきましょう。

体重管理には水分管理、いわゆる体液量の管理が重要になります。

そこで、適正体液量の維持には、塩分・水分摂取を控える必要があります。 できるだけ、以下の目標を達成させましょう。

● 塩分摂取量:5~6g程度

● 水分摂取量:基礎体重(kg)×15 mL 以内

目標を達成させるには、特に塩分の摂取を抑えないと、必ずのどが渇いて水分が欲しくなります。透析不足や高血糖(糖尿病の人)も、のどが渇く原因になる可能性があります。また、透析液ナトリウム濃度を適正にすることも必要でしょう。

体液量(水分管理)に対する 1 日 4~5 g(6 g 未満)の減塩の効果は適正な基礎体重の設定なども行うことで、以下のような効果が期待できます。 $^{5)}$

- 血圧の低下
- 降圧剤の減量
- 透析間体重(IDWG)の減少
- 透析中低血圧の頻度の低下
- 左室重量の減少

● 心機能の改善

II-1-7) 腎臓vs血液透析

では、血液透析でどれくらいの透析量があればよいのか考えて見ましょう。

Kt/V urea は血液中の尿素窒素を対象として、透析器(ダイアライザ)を通る間に浄化した量を体液量で割った値です。この値が仮に 1 だとすると、透析された量と体液量が同じ、つまり、ダイアライザで体液を体液量分だけ1回きれいにしたということになります。Kt/V=1の透析を週3回行なったとすると、腎臓の糸球体の尿処理能力が10.7mL/分に相当するといわれています。正常な腎臓では成人男性でだいたい130mL/分なので、血液透析(ダイアライザ)は、およそ正常な腎臓の10分の1の働きといえます⁶⁾。

II-1-8) 血液透析の弱み

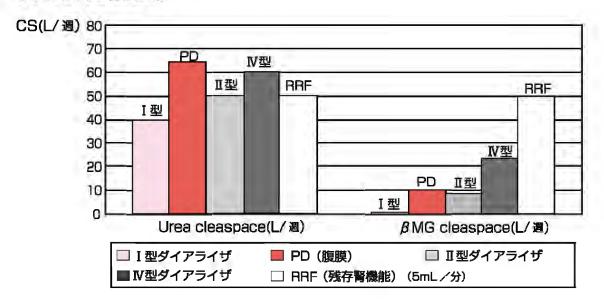
腎臓は糸球体でろ過されてできた原尿から尿細管で必要なものを再吸収する仕組みになっており、電解質のように小さな分子からタンパク質のような大きな分子までの様々なものを排出したり、吸収することができます。一方、ダイアライザでは拡散によって尿毒素を除去する仕組みなので、低分子は腎臓と同じぐらい除去することができますが、中分子から高分子の除去は腎臓の半分以下しか除去することができません。

特に注目したいのが"β2-MG(ベータツーミクログロブリン)"という高分子物質 (低分子のタンパク質)です。これは尿毒素の 1 つで、透析アミロイドーシスとい う合併症の原因物質とも言われています。腎機能が低下するとβ2-MG が体

の中に溜まっていくので透析で除去する必要があります。しかし β 2-MG の分子量が、体にとって必要なアルブミンより少しだけ小さい分子量のため、拡散の働きで β 2-MG を除去しようとするとアルブミンも除去されてしまうのです。アルブミンの損失は、栄養状態を悪くし、患者さんの予後(寿命)に影響を与えるといわれています。

 β 2-MG を効率よく除去できるようにダイアライザの膜が工夫されるようになり、その除去効率 (クリアランス) によってダイアライザを $I \sim V$ 型までの機能 (性能) タイプに分類されています (図 27)。 β 2-MG のクリアランスがよい ほどいいものと思われますが、それだけアルブミンも除去されやすいので、患者さんの体液の状態や栄養状態にあったダイアライザが選択する必要があります。

●ダイアライザの性能比較



※CS:クリアスペース

「β2-MG」除去率に応じ て I 型からV型に分類		クリアスペースとは	
		● ある物質の除去量を血中濃度で割った値 ● 除去された空(体積)を表す	
分類	β 2-MG 除去率	M/C _(O) M:除去量 [mg] C _(O) :初期血中濃度 [mg/mL]	
I型	10%以下		
Ⅱ型	10~30%以下	PD の場合	
Ⅲ型	30~50%以下	M:除去量=排液の濃度 D[mg/mL]×排液量 V[mL]	
Ⅳ型	50~70%以下	C(0):初期血中濃度=血中濃度 P[mg/mL]	
V型	70%以上	HD の場合	
		— M:除去量=ダイアライザのクリアランスより算出	
		C(0): 初期血中濃度=治療前の血中濃度 P[mg/mL]	

図 27 透析量の比較7)

メモ

II-1-9) 良い血液透析とは

腎臓にはかなわない血液透析ですが、日本の血液透析は世界に誇れる良い成績を収めています。日本、北アメリカ、ヨーロッパの維持血液透析患者さんを対象とした研究⁸⁾では、日本の相対危険度(死亡に対するリスク)を1とするとヨーロッパは2.5、アメリカは3.8という結果でした。つまり日本の血液透析は良好な生命予後(余命)であることを示しています。ただし、透析患者の平均余命は一般人口の半分未満であることも知っておきましょう。

では、どのような透析療法が生命予後を良好にするのでしょうか?透析量の指標には Kt/V urea が使われます。透析で体液を 1 回分だけきれいにしたという、Kt/V=1.0 の透析を基準に考えると、それ以下では相対危険度が大きくそれ以上では低くなっています(図 28)。

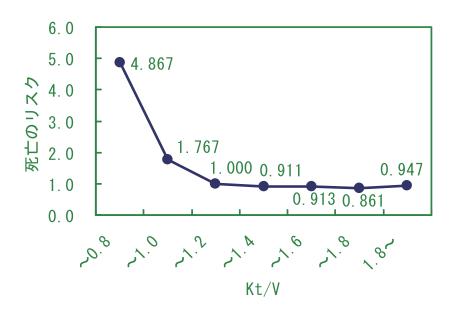


図 28 Kt/V urea と死亡リスク⁹⁾

詳しく見てみますとKt/Vの値が1.0以下になると相対危険度の値は著しく高くなることがわかります。つまり、透析量を増やすことが生命予後を良好にするということがいえます。現在のところ欧州や米国のガイドラインでは、Kt/V=1.2以上を基準として血液透析が行われています。

透析が腎代替療法であることを考えれば、透析量(Kt/V)は高い方が良いと考えられます。しかし、今のところ、Kt/V をいくつまで高くすれば良いか、については一致した見解は得られていません。また、Kt/V の式には「V」=体液量という体格に関連する要素が含まれているため、体の小さい人では大きくなりやすく、体の大きい人では大きくなりにくい性質があります。したがって、Kt/V は透析量の目安として非常に便利ではありますが、それだけですべてを評価することはできないので注意が必要です。10)

II-1-10) 血液透析を腎臓に近づけるには

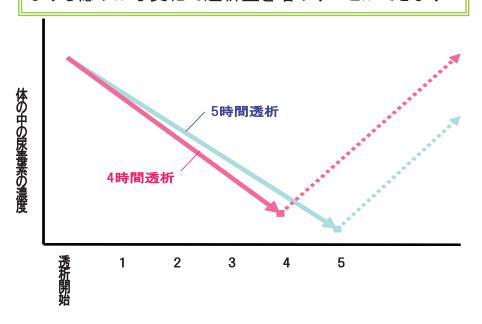
一般的に血液透析は 4~5 時間の透析を週 3 回行ないます。透析量を増やすには、ダイアライザ内にたくさんの血液を流すことが必要です。つまり、透析時間を長くしたり、頻回にすることで透析量が増えるということになります。このような透析方法が生命予後を改善するという報告がいくつかあります。

透析時間を長くすると体の中の変化はどのようになるでしょうか?

透析時間を 4 時間から 5 時間に長くすると 1 回の透析でたくさん尿毒素が除去されます。しかも 4 時間よりも体の尿毒素の濃度の下がり方が穏やかです。 透析回数の頻度を上げると、透析 1 回当りの体の変化を小さくすることができ、 体内の平均的な尿毒素の濃度を小さくすることができます。つまり、透析時間 や回数を増やすことは、より 24 時間働き続けている腎臓に近い透析ができると

いうことになります(図 29)。しかし、連日透析のために、毎日病院に通うのは現実的には難しいですね。そこで最近では家庭で血液透析が行えるようになってきました。"HHD(home hemodialysis)"や"家庭透析"、"在宅透析"と呼ばれています。2007年末には 187人の方が HHD を行なっています¹¹⁾。まだまだ一般的ではなく、様々な問題を抱えていますが、今後、透析患者さんのより良い透析ライフをサポートできる手段のひとつになっていくと思います。¹²⁾

透析時間を4時間から5時間に延ばすと、4時間透析よりも穏やかな変化で透析量を増やすことができます



透析回数増やすと、体内の変動が少なく、平均的に尿素の量が抑えられます

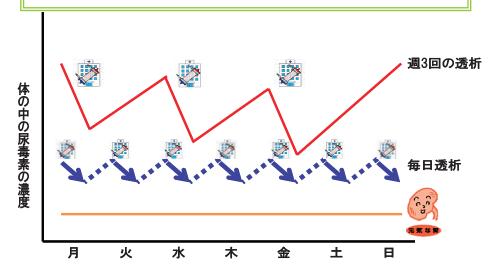
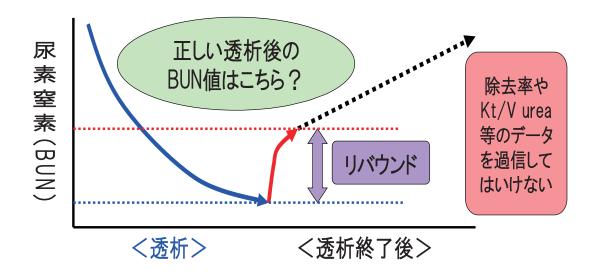


図 29 腎臓に近い血液透析療法13)

コラム「リバウンド現象」

透析量を測定するために、透析前後の血液を採取し、血液中の尿素窒素(BUN)量を測定します。ところが、この透析後の値を正確に測定することが意外と難しいのです。

それは、透析直後は"リバウンド現象"と呼ばれる、透析終了後の比較的短時間に尿素窒素(BUN)濃度が上昇する現象が起こるからなのです。この原因は、シャント再循環や心臓や肺の再循環および内臓と手足の血流の偏りや透析膜の生体適合性などによるものと考えられています。このリバウンドの影響は、透析液を停止して血流を 50mL/分程度に落とし、3 分待って採血すれば、概ね避けられます。しかし、リバウンド現象の原因は厳密にはまだ特定されていないので、様々な影響を避けるために、45 分から60 分程度の時間が必要と考えられています。



メモ

参考文献

- 1) 鈴木一之 2009.4 透析医が透析患者になってわかった しっかり透析のヒケツーエビデンス に基づく患者さん本位の至適透析 p43-44 メディカ出版
- 2) 平沢由平 1997.5 やさしく分かりやすい患者のための透析生活マニュアル 改訂第 4 版 p109 日本メディカルセンター
- 3) 佐藤雄一 2008.5 特集透析トラブルQ&A 透析条件の設定はどうしたらよいでしょうか? 腎と透析 第64巻第5号 p716-717 東京医学社
- 4) 浅野泰 2003.3 透析療法のコツと落とし穴 p48 中山書店
- 5) 鈴木一之 2009.4 透析医が透析患者になってわかった しっかり透析のヒケツーエビデンス に基づく患者さん本位の至適透析 p122-126 メディカ出版
- 6) 鈴木一之 2009.4 透析医が透析患者になってわかった しっかり透析のヒケツーエビデンス に基づく患者さん本位の至適透析 p44 メディカ出版
- 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 p27 メディカ出版
- 8) Goodkin, D.A. et al. 2003 Association of comorbid conditions and mortality in hemodialysis patients in Europe, Japan, and the United States: the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS) J. Am. Soc. Nephrol., 14:3270–3277
- 9) 日本透析医学会統計調査委員会 1997 わが国の慢性透析療法の現況(1997年12月 31日現在)日本透析医学会
- 10) 東京腎臓病協議会 長生きの秘訣 http://www.normanet.ne.jp/~touzin/shiryou/zenzinkyou_No145.htm
- 11) 日本透析医学会統計調査委員会 2007 わが国の慢性透析療法の現況(2007年12月 31日現在)日本透析医学会
- 12) 鈴木一之 2009.4 透析医が透析患者になってわかった しっかり透析のヒケツーエビデンス に基づく患者さん本位の至適透析 p46-48 メディカ出版
- 13) 鈴木一之 2009.4 透析医が透析患者になってわかった しっかり透析のヒケツーエビデンス に基づく患者さん本位の至適透析 p46.48 メディカ出版