

至適ドライウェイトの設定と維持

安藤康宏

自治医科大学腎臓内科

key words : ドライウェイト, 体液量, 下大静脈径, 心房性ナトリウム利尿ホルモン, バイオインピーダンス

要旨

適切なドライウェイト (DW) の設定と維持は、至適透析の不可欠な条件だが、多数の透析患者の DW を長期にわたって適正に維持することは必ずしも容易でない。これは DW という概念が定量的判断ではとらえきれない曖昧さをもち、同一個人においても常に変動する目標値 (moving target) であるためである。

しかし、この DW の二つの異なった定義 (euvoletic DW と hypovolemic DW) を意識することは、患者毎に至適 DW を設定する上で重要である。現在用いられている新旧各種評価法にはそれぞれ長所・短所があるので、複数の指標に習熟し組み合わせて用いるべきである。また医師と患者の間には DW の適否の認識にしばしば大きな隔たりがあるので、長期に適正な DW を維持して行く上で、患者の DW の理解度を確認しておく必要がある。

はじめに

透析医療に携わる者にとってドライウェイト (DW) という言葉は常用語ながら、その解釈や認識は一様ではない。またその DW の評価法や設定基準も、透析施設ごとに違いがあり、同一基準での比較が困難である。

その理由は評価法の不完全さゆえに、すべての透析患者に適応できる単一で完全無欠な検査方法が存在しないからであるが、そもそもドライウェイトという

概念自体が定量的というより定性的な曖昧さと不均一性をもっていることから、その解釈にせよ評価法にせよばらつきが生ずる事はやむをえない。にもかかわらず、適正な DW の維持は、うっ血性心不全の防止のみならず、血圧管理の上で最優先課題であり、臨床医としてのさじ加減が問われる重要な課題である。

それゆえ DW の評価法や設定基準に関して現在も多くの研究が行われている。特に最近は電氣的インピーダンス法を用いた DW 設定に関して、進歩が見られている。しかし少なくとも現在までのところ様々な DW の評価方法の中で、どれが最善かという議論はあまり意味がない。結局いずれも一長一短であり、大事な事は複数の評価方法に精通し、その長短を使い分けて、患者毎に至適な DW を設定維持する事が最も重要であろう。

1 DW とはなにか？

1) 定義

DW は元来血液透析患者に対して適応された概念で、大きく分ければ二つの異なった定義が併存する。一つは、細胞外液量の過多が是正され浮腫や高血圧を認めなくなる正常体液量 (euvolemia) を目標とし、もう一つはそれ以上の限外濾過を行えば再現性をもって低血圧が起こる血圧維持限界の脱水状態 (hypovolemia) の体重である¹⁾。

euvolemia はその定義自体が、体液の過不足がない状態という定性的除外診断であり、心機能や体液調節

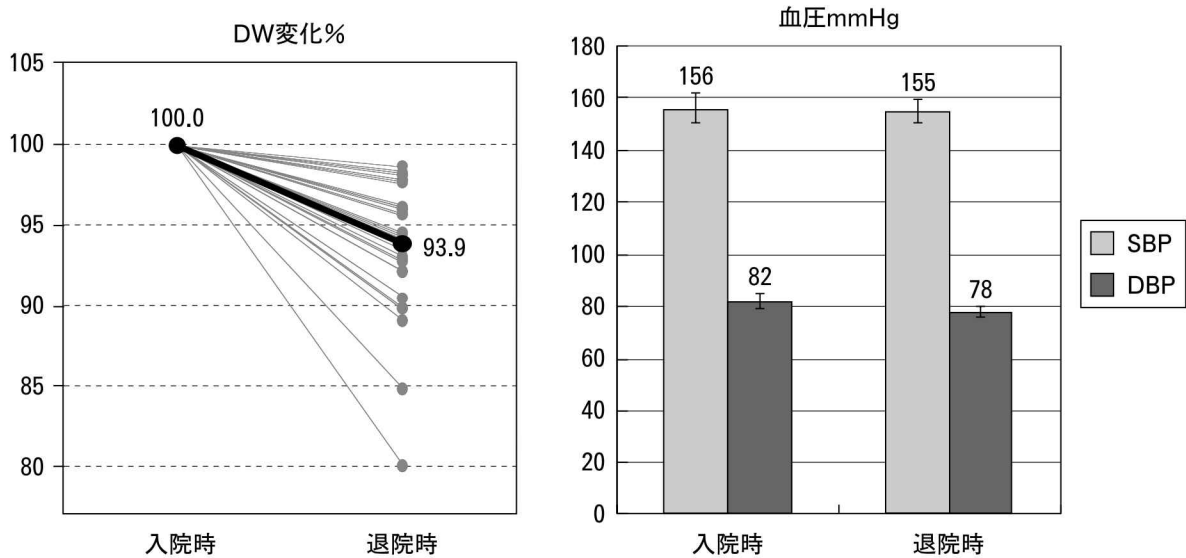


図1 血液透析患者の入院時と退院時のDWおよび血圧
(患者数30名, 入院日数平均44日)

機構の異常をもった透析患者で、健常者と同様に判断することは難しい。また、血圧維持限界までの除水という目標も心機能や除水量、透析方法によって一定ではない。さらに栄養状態などにより、体組織重量は変動するので、現実にはDWとは明確な定点ではなく、曖昧さをもち変動する目標値 (moving target) である。

よってDWの適否は、最終的には理学的所見や検査所見から総合的に判断せざるをえないし、また一旦決定したDWも定期的に再評価し補正していかなくてはならない。

2) 動く標的 (moving target)

全身状態、身体活動、食事摂取状況が安定した外来維持透析患者では、DWの変動は小さくなく、数カ月に一度のDW評価でも大きな問題がないのが普通である。しかし、栄養状態や身体活動度の変化があれば短期間に大きなDWの変化が生ずる。このmoving targetの顕著な例が入院透析患者である。

私達の透析施設での検討では、消耗性疾患や大きな外科的侵襲では当然ながら、水晶体置換術や内シャント再造設などの身体侵襲が少なく、患者の全身状態が良好である入院透析患者でもこれはみられ、すべての入院透析患者の平均ではエネルギー摂取は平均32 kcal/kgと標準的であったが、DWは入院時のDWから1週間毎に約1% (すなわちDW 50 kgであれば0.5 kg) ずつほぼコンスタントに減じて行く必要があ

った (図1)。この際、入院時と退院時で血圧、CTRに有意差はなく、意図してDWを入院時よりhypovolemiaの方向へ下げていったのではない。

外来通院透析患者でもなんらかの理由で、身体活動度や食事摂取量が大きく減少すると、入院にまで至らないまでも、痩せの進行はしばしば急速であり、頻回にDWを評価し、補正してゆかないと溢水傾向が強くなり、血圧上昇や時に肺水腫を来すこともあるので、DW評価の頻度は、状況に応じた調整が必要である。

2 DWの評価・設定のための各種検査

上記のように、そもそもDWの概念が内包する曖昧、変動性についての基本認識、そして実際の臨床の場で長期に亘って反復施行する上での使い勝手など複合的な視点なしに、限定した条件での定量性や再現性の高低だけで、DW評価法の優劣を評価しても、妥当な結論には至らないと思われる。ここ数年のドライウェイト評価法に関する論文や総説をみても、百家争鳴と言っていい状況が続いているのも当然であろう²⁾。様々な評価法 (図2) が考案されながらも、血圧や心胸比といった精度が高いとは言えない古典的なDWの指標が現在もお広く用いられていることも、DW評価法の優劣は、客観性・定量性のみでは決まらず、あくまで総合判断であることを如実に表している。

- 1) 古典的方法 (血液検査所見・理学的所見・血圧・心胸比)

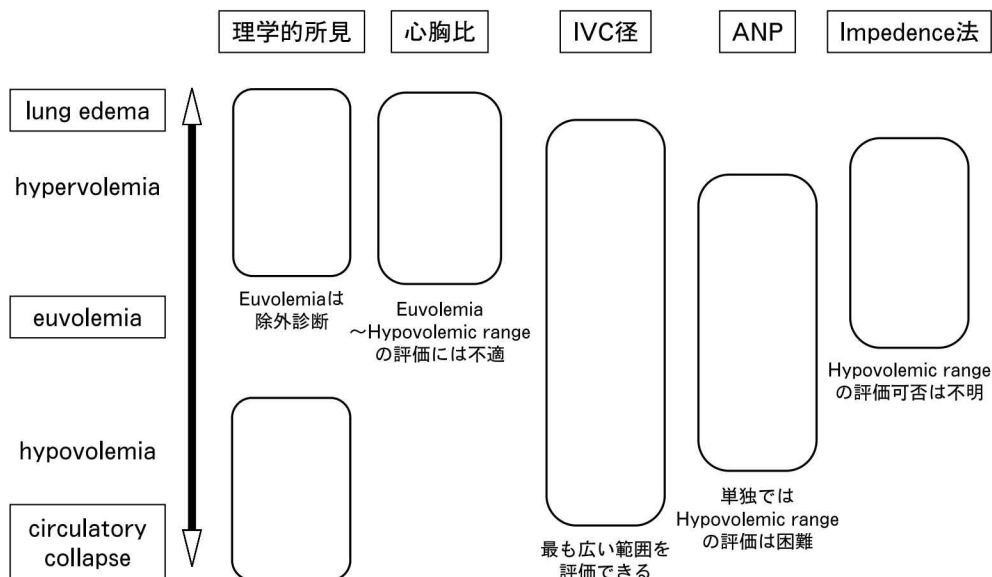


図2 各種 DW 評価法の体液量評価可能範囲の比較

ヘマトクリットや血中アルブミン濃度の低下も、栄養や造血状態の変化以外に溢水による血液希釈によってもしばしば起こる³⁾ので、DWの適否を判断する際の参考とはなるが、DWの設定や評価に用いるだけの特異性はない。

理学的検査や血圧も、溢水・脱水の検出感度や特異性は低い⁴⁾が、設定されたDWが適正かどうかの評価のために患者の身体所見、自覚症状、血圧の確認は欠かせない。

特に最近、透析患者の高血圧における体液過多の関与が改めて注目されており、高血圧の補正に当たっては、降圧薬の調節に先立ち、まずDWが適正域より高めに設定されている可能性を除外するために、処方内容変更にも先立ち、DWを下げる事で血圧を下げる事を試みるべきである。

DW再評価なしに、高血圧に対して降圧薬を増量、あるいは透析中や透析間に低血圧症状があると、DWを上げたり昇圧薬を追加処方するといった、安易な血圧調整をくりかえすと、かえって血圧や体液過剰の補正が困難になる。

もう一つ大事な点は、見かけ上の血圧が適正レベルであっても溢水が補正され、DWが至適範囲にあると即断すべきではない。しばしば溢水状態の補正が不十分なまま、降圧薬によって血圧がコントロールされていることがある。だからこそ、以下に示すような補助的な指標による評価が必要となるわけであり、また透析患者の増加とともに、古典的DW評価法では至

適DWを維持できない症例が増加していることが、これら補助的DW評価法の必要性が増している背景にあることを理解しておくべきだろう。

血圧維持限界までの除水を行ったときの最低体重は本来、限外濾過法（ECUM）のみで除水を行った時のものであるが、現在の血液透析液は正常血清Na濃度に近いものが標準的であり、透析による血清Na濃度低下はごくわずかである。そのため、ECUMでの血圧維持限界体重と大きな差はないこともあり、DW決定のためにわざわざECUMを行わず、通常の透析中の血圧維持限界体重をDW設定の参考とすることが多い。

ただいずれにせよ循環血液量は除水速度と plasma refilling で規定されるため、同一症例でも一定の体重で血圧低下を来たすとは限らない。特に plasma refilling は、細胞内液・間質液・血漿間の水移動が、血管作動性ホルモンや自律神経系・浸透圧など種々の因子が関与して個人差が大きく、同一個人でも条件によって変動する。

血圧の自律神経性調節が障害されている糖尿病性腎症や、plasma refilling が低下する低アルブミン血症、心不全合併例、あるいは降圧薬服用症例等においても、血圧低下は溢水が補正される以前に生じうるのでDWの指標とし難い。きわめて頻度が多い透析低血圧症の患者においても、血圧はDWの指標とはしがたく、むしろ血圧が低いために体液過多があってもDWを下げることをためらい、溢水傾向が悪化する

表1 透析患者のDW設定時のIVC径基準値

1. 正常IVCe/CI（健常成人の平均値±標準偏差）は、 $16.7 \pm 3.2 \text{ mm} / 0.68 \pm 0.17$ で、明らかな身長、体重、年齢、性差なし。
2. 非乏尿HD患者、CAPD患者では、上記健常者正常値をDWの目標とする。
3. 体重管理良好な無尿HD患者のIVCe/CI（平均値±標準偏差）は、透析前 $14.9 \pm 3.2 \text{ mm} / 0.68 \pm 0.24$ 、透析後 $8.2 \pm 2.3 \text{ mm} / 0.94 \pm 0.09$ 。
4. 無尿HD患者では、IVCe/CI= $6 \sim 10 \text{ mm} / 0.8$ 以上をDWの目標とする。
5. 無尿HD患者では、除水途中でCI=1.0となり、IVCe減少が停止する（plateau formation）体重の約1kg下がDWとなる。
6. IVCe $>22 \text{ mm}$ かつCI <0.22 は、肺水腫のおそれがある体液貯留の危険域。
7. 静脈還流の異常（大量心嚢水、右心系疾患など）が存在する場合は、個々に至適IVC径を設定。

例も見られる。

また本法によるhypovolemicなDW設定は、透析間の体液貯留によるうっ血性心不全のおそれがある無尿患者の場合は妥当であるが、体重管理の良好な患者では、透析前でも理学的所見や後述の下大静脈（IVC）径からみて脱水傾向が認められることがあり、慢性的脱水による障害⁵⁾も起こりうる。さらに、虚血性心疾患やASO症例、起立性低血圧のある症例においては、このように過小なDWは透析後に循環不全や血圧低下の増悪を起しかねない。

心胸比（CTR）は、わが国では最も広く用いられている方法である。透析終了直後の胸部X線写真上のCTRが男で50%、女で50ないし55%以下というのが一般的なDW基準値である。心機能障害のない安定維持期透析患者では、CAPD患者を含め、この基準値は妥当であり、上記の理学的所見とも矛盾しないDW設定が可能である。

ただし、本法でのhypovolemiaの評価は難しいので、euvoemiaを目標とするDW設定には不向きである（図2）。また当然のことだが心肥大、心拡大を来すような心疾患合併症例、横位心、滴状心など、通常のCTRの基準から外れる症例、無気肺、胸膜癒着などで心横径の計測が困難なケースでは、肺門部陰影の拡大や肺野血管陰影増強などの所見⁶⁾にも留意し、またほかのDW指標も参考にして個別に妥当なCTRを定めなければならない。

2) 下大静脈（IVC）径

超音波断層法で求めたIVC径は中心静脈圧を反映し、透析患者の体液量、特に循環血液量の指標となる⁷⁻¹⁰⁾。通常安静呼吸時最大径（IVCe）、安静呼吸時最小径（IVCi）の2点を測定し、さらに呼吸性虚脱指

数（collapsibility index; CI）= $(IVCe - IVCi) / IVCe$ を計算する。吸気時に最小径となるのは一瞬であるためBモード法ではIVCiの測定は習熟を要する。IVCeのみでも通常の体液量評価には支障ないが、肺水腫の危険があるような著明な体液貯留の判定にはCIが必要となる。

IVCは呼吸時横隔膜の動きに伴い長軸方向に偏位するので、われわれの施設では、IVCe、IVCiを同一点で計測するためにBモード画面を用いている。またIVC径が小さい場合はBモードのほうがMモードよりIVC前後壁の同定が容易である。

なお、IVC径と循環血液量との相関係数はIVC径を体表面積補正しても改善せず、またIVC径と体格には有意な相関を認めないので、簡便性を考慮しわれわれはIVC径は実測値をそのまま評価に用いる^{7,8)}。表1はわれわれが、DW設定の参考にしてしている主なIVCの基準値である。

IVC径は体液量の過多～過小にわたる広い範囲の評価が即時的、非侵襲的に行える点が大きなメリットである（図2）。よって血圧維持限界のDW設定のみならず、心・血管系合併症例や、尿産生能残存例など、過度の脱水を避けるべき症例において、euvoemia近傍を想定したDWを設定する上でも有用な指標となる。

静脈還流障害を伴う心肺疾患では上記IVC基準値をそのまま適応できない。しかしわれわれは手術適応となるASD患者の術前後の透析中のIVC径の検討から、このような著明な右心系の圧負荷が存在する場合でも、体液貯留による径増大、除水による減少という基本パターンは保たれることを確認している¹¹⁾。

よって心機能障害例でも原則的には、理学的所見を参考にしつつ、個々の症例における至適なIVC径と

それに対応するDWを設定することは可能である。実際われわれは、容量依存性高血圧とうっ血性心不全状態にある血液透析患者に対して、非透析日のIVC径を目安にDWを適正化(低下)させることで、血圧と左室駆出率の改善が期待できることを報告している¹²⁾。

ただし、大量の心嚢液貯留は静脈還流を障害して、循環血液量と無関係にIVC径を拡張させるので、計測前に心嚢水の有無をチェックする必要がある¹³⁾。

またIVCが明瞭に描出されない症例も、あるいは動脈や脊椎による圧迫偏位などで変形し、前後径の正確な測定が困難な場合も時がある。このようなケースではIVC径に固執せず、ほかの方法によるDW評価を優先させるべきであろう。なおNaruseらは最近IVC短軸断層像の呼吸性変化もDWの指標となる事を報告しており、前後径測定が妥当でないケースでは有用かもしれない¹⁴⁾。

3) ナトリウム利尿ペプチド (ANP, BNP)

透析患者の血中ANP濃度は体液量、CTR、左心房径、後述のIVC径などと相関する^{15, 16)}ことから、DWの指標となる。ただし、その場で評価できるIVC径計測と異なり、測定結果を得るまでに数日以上を要する。

血液透析患者の適正DWの指標として透析後のANP濃度は正常値近辺を目標とする。われわれの検討¹⁷⁾では、適正DWのANP中央値は40~60 pg/mlであり、ANP値100 pg/ml以上では体液過多の確率が高く、逆に25 pg/ml以下でかつ血圧低下、立ちくらみなど体液欠乏の自覚症状がある場合は、DW設定が低すぎる可能性がある(図2)。CAPD患者の血中ANP濃度は血液透析患者の透析前値より有意に低く、正常から軽度増加の範囲にあるとされる¹⁶⁾。

血中BNPは主に心室筋より分泌され、左室障害の生化学的指標として、透析患者でもその高値は予後不良を示唆することが知られている¹⁸⁾。BNPもまた体液量の過多に応じて変動し、多くの臨床研究でも血中ANP、BNP濃度は正相関することが確認されているが、週3回の血液透析で体重や循環血液量は不変でも透析前のBNPレベルは漸減してくる¹⁹⁾など、ANPほどには体液量の変化に忠実ではない。

4) 連続循環血液量モニター

透析中の全身血のヘマトクリット、蛋白濃度、ある

いは血液粘稠度を測定することで、循環血液量の相対的变化を知ることができる。これにより血圧と循環血液量の関係を詳細にモニターでき、特に心機能障害合併症例での透析中の循環動態把握、高血圧、低血圧の管理に有用である。

一方、至適DWを循環血液量の減少率から設定する試みもなされているが²⁰⁾、本法でわかるのはあくまで除水とplasma refillingの相対的バランスであり、このバランスは個人差が大きい²¹⁾。また同一個人で、透析終了時のDWが同一であっても、透析間体重増加量が大きくなるほど、相対的循環血液量減少の程度も大きくなる。よってDW設定については、循環血液量の変化を反映するIVC径やANP濃度とは異なり、参考指標にとどまるだろう。

5) バイオインピーダンス法

人体の電気インピーダンス(バイオインピーダンス)の短期的変化は、主に体液量に依存することから、これを体液量変動の指標としうる¹⁾。この測定法には電流の周波数を変えることによって、細胞内外液量を区別して評価できるというメリットがあり、これを用いたDW設定は古くから研究されてきたが、測定条件、体位、体組織の量や分布、電極装着の部位などの違いが測定結果の解釈に影響し、再現性、普遍性を得ることが困難なため、一定の基準値がなかった。最近はこの点に関して進歩が見られ、体位変化による誤差を減らすために電極数を増やす、あるいは体重当たりの細胞外液量²²⁾ではなく、細胞外液と細胞内液あるいは総体液の比率を算出し、この比率が正常になる体重をDWの目標とする報告が多い²³⁾。本法は腹膜透析患者のDW設定においても有用性が報告されている²⁴⁾。

われわれも最近市販のバイオインピーダンス測定装置で血液透析患者のDWを評価し、細胞外液量/総体液量で表される浮腫率を、正常範囲0.36~0.40の中央値0.38になる体重が、従来の方法で設定されたDWと相関係数0.99で強い一次正相関を示すことから、DW設定に有用な方法であることを確認している²⁵⁾。

ただしこの検討でも、インピーダンス法で求めた理想的なDWは実際に従来の評価方法で適正と考えられたDWより約0.5kg低かった。このずれと、IVC径やANP濃度など循環血液量の指標が透析後にはほぼ正常化、あるいはむしろ脱水域まで減少することを

あわせて解釈すると、透析終了の直前・直後は急速除水のため、plasma refilling が追いつかず血管内は hypovolemic となる一方、間質液貯留は十分補正されておらず、これまでの DW は細胞内外の体液分布という点では、まだ相対的な細胞外液量過多を補正しきれていない可能性を示している。これは血压管理の上で十分留意しておく必要がある点だろう。

バイオインピーダンス法には栄養状態の評価など、ほかの方法にない様々な可能性があり、今後さらに応用が広がると思われるが、DW 設定の領域において期待したいのは、脱水域の評価が可能かどうかの検討(図2)、そして最終的には統一的な測定方法や体液多寡判断の基準値設定であろう。

3 透析患者自身の DW 認識

たとえ DW の適否を的確に評価できたとしても、DW 修正にあたって患者自身の同意、受け入れがないと、飲食の自己管理を含め、至適 DW の達成や維持は困難である。しかし、実際には DW の適否判断や変更の際して、患者と医療者側の意向が食い違うことはしばしばあり、DW 管理の上で無視できない障害となる。

そこで数カ所の透析施設で、DW という概念を患者自身がどう理解しているのかをアンケート調査してみたところ、透析医療従事者側とのギャップの大きさが数字として明らかとなった。

たとえば DW 設定を上げたとき、あるいは下げたときに、変化する身体の組成は何かという質問に対し、DW の増減は体液量だけではなく、筋肉や脂肪組織が増減すると回答した者が 1/4 前後(図3)、また、肥満や痩せの際にどのように DW を調節するかという質問に対し、肥満したら DW を下げ、逆に痩せが進行したら DW を上げて調整するとの回答がやはり 1/4 近かった。すなわち、身体の栄養状態変化と DW 調節の因果関係を、まったく逆転して認識している患者が少なくなかった。

このような誤った DW 観をもった患者は、たとえば摂食不良で痩せた時に DW を下げればさらに栄養不良になると恐れ、逆に DW を上げる事で栄養状態がよくなる筈だと考えるだろうから、ただ機械的に DW の下方修正を通知しても同意は得られないだろう。

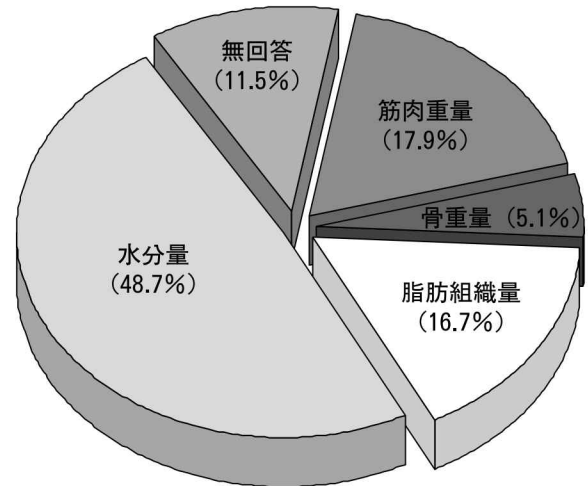


図3 「DW を上げたり下げたりすると、体のどの組成が変化するでしょうか？」への回答
(101名の維持血液透析患者へのアンケート、複数回答可)

また DW 設定が低すぎる時の症状と、透析間体重増加が多く除水量が多いため症状は、患者側からすると区別しがたく、多くの場合は DW 設定が低すぎためだと認識しがちであることが窺われた。たとえば、実際には透析終了時でもまだ明らかに溢水状態なのに、除水量が多いため血压低下を来し、それを DW が低すぎためだと認識しているために DW を下げる事を拒否する患者は少なくない。

このような誤った DW の認識は説明することである程度修正できるが、理解度の問題以外に、本来自分のものである「体重」を他者によって勝手に上げ下げされることへの反発の心理があることも考慮しておくべきであろう。

おわりに

DW について、その定義と特性、最近用いられている主な評価方法を概説した。DW は定量的検査ではとらえきれない曖昧さがつきまとい、しかも変動する目標値であるが、設定に当たっては二つの DW (euvoletic DW, hypovolemic DW) の概念を区別し、患者ごとに使い分ける必要があること、そして DW 評価にあたって、完全無欠の検査法はないので、複数の検査法に習熟し使い分けるのが現在のところ臨床的に最も妥当であろう。また状況によっては至適 DW の達成と維持にあたって患者の理解と合意が不可欠なので、患者自身の DW の理解度を確認しておくこともきわめて重要である。

文 献

- 1) 安藤康宏: Dry weight 設定法の改良. 日本臨床, 62(増刊5 血液浄化療法(上)); 189-195, 2004.
- 2) Charra B: Fluid balance, dry weight, and blood pressure in dialysis. *Hemodial Int*, 11; 21-31, 2007.
- 3) Cigarran S, Barril G, Cirugeda A, et al.: Hypoalbuminemia is also a marker of fluid excess determined by bioelectrical impedance parameters in dialysis patients. *Ther Apher Dial*, 11; 114-120, 2007.
- 4) 安藤康宏: 浮腫と脱水, 診断と治療, 93; 877-882, 2005.
- 5) Touma T, Muratani H, Iseki K, et al.: Chronic hypovolemia associated with accelerated hypertension and orthostatic hypotension in a patient on continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Am J Nephrol*, 12; 461-465, 1992.
- 6) Luft FC, Klatte EC, Weyman AE, et al.: Cardiopulmonary effects of volume expansion in man: radiographic manifestations. *Am J Roentgenol*, 144; 289-293, 1985.
- 7) 安藤康宏, 田部井薫, 椎名 明, 他: 超音波断層法による血液透析中の下大静脈内径変化の検討. 透析会誌, 18; 173-179, 1985.
- 8) Ando Y, Yanagiba S, Asano Y: The inferior vena cava diameter as a marker of dry weight in chronic hemodialyzed patients. *Artif Organs*, 19; 1237-1242, 1995.
- 9) Kouw PM, Kooman JP, Cheriex EC, et al.: Assessment of postdialysis dry weight: comparison of techniques. *J Am Soc Nephrol*, 4; 98-104, 1993.
- 10) Morishita Y, Ando Y, Ishii E, et al.: Comparison of markers of circulating blood volume in hemodialysis patients. *Clin Exp Nephrol*, 9; 233-237, 2005.
- 11) 大野修一, 安藤康宏, 手塚俊文, 他: 心房中隔欠損症を伴った血液透析患者の下大静脈径の検討. 透析会誌, 26; 351-357, 1993.
- 12) Hirayama S, Ando Y, Sudo Y, et al.: Improvement of cardiac function by dry weight optimization based on interdialysis inferior vena caval diameter. *ASAIO J*, 48; 320-325, 2002.
- 13) 大野修一, 安藤康宏, 手塚俊文, 他: 透析患者の下大静脈径変化に対する心嚢液貯留の影響. 透析会誌, 26; 1375-1380, 1993.
- 14) Naruse M, Sakaguchi S, Nakayama Y, et al.: A novel method for dry weight assessment in hemodialysis patients: utilization of inferior vena cava flat ratio to correct for individual variations in vessel diameter. *Ther Apher Dial*, 11; 42-48, 2007.
- 15) 海野鉄男, 草野英二, 手塚俊文, 他: 透析患者における心房性ナトリウム利尿ホルモン (ANP) と cyclic GMP (cGMP) の臨床的意義—透析終了後の動態—. 透析会誌, 29; 97-102, 1996.
- 16) Ando R, Matsuda O, Miyake S, et al.: Plasma levels of human atrial natriuretic factor in patients treated by hemodialysis and continuous ambulatory peritoneal dialyzed patients. *Nephron*, 50; 225-228, 1988.
- 17) 石井恵理子, 安藤康宏, 山本尚史, 他: 血液透析 (HD) 患者の血中心房性ナトリウム利尿ペプチド (ANP) 値によるドライウェイト (DW) の判断基準に関する検討. 透析会誌, 37; 1417-1422, 2004.
- 18) Naganuma T, Sugimura K, Wada S, et al.: The prognostic role of brain natriuretic peptides in hemodialysis patients. *Am J nephrol*, 22; 437-444, 2002.
- 19) Sheen V, Bhalla V, Tulua-Tata A, et al.: The use of B-type natriuretic peptide to assess volume status in patients with end-stage renal disease. *Am Heart J*, 153; 244.e1-244.e5, 2007.
- 20) Zellweger M, Querin S, Madore F: Measurement of blood volume during hemodialysis is a useful tool to achieve safely adequate dry weight by enhanced ultrafiltration. *ASAIO J*, 50; 242-245, 2004.
- 21) Dasselaar JJ, de Jong PE, Huisman RM, et al.: Effect of high and low ultrafiltration volume during hemodialysis on relative blood volume. *ASAIO J*, 52; 169-173, 2006.
- 22) Zhu F, Schneditz D, Wang E, et al.: Validation of changes in extracellular volume measured during hemodialysis using a segmental bioimpedance technique. *ASAIO J*, 44; M 541-M 545, 1998.
- 23) Spiegel DM, Bashir K, Fisch B: Bioimpedance resistance ratios for the evaluation of dry weight in hemodialysis. *Clin Nephrol*, 53; 108-114, 2000.
- 24) Woodrow G, Devine Y, Cullen M, et al.: Application of bioelectrical impedance to clinical assessment of body composition in peritoneal dialysis. *Perit Dial Int*, 27; 496-502, 2007.
- 25) 佐々木信博, 上野幸司, 白石 武, 他: 高精度体成分分析装置 (InBody S20) を用いた血液透析患者の体液量評価: 生体電気インピーダンス (BIA) 法は DW の指標になりえるか? 透析会誌, 40; 581-588, 2007.