

[臨床と研究]

DW 設定における多周波インピーダンス分析装置 (In-Body 3.2) の有用性

宮野竜一 岩永圭司 小野山攻

小野山診療所

key words : 多周波インピーダンス分析法 (MFBIA), DW, 浮腫率, 体液分布測定, 市販ソフト

要 旨

多周波生体インピーダンス法 (MFBIA 法: In-Body 3.2) を用いて, 体内水分の変動と, 筋肉や脂肪などの固形量の変化を測定し, 市販の表計算ソフト (Excel) で, MFBIA 法のデータと心胸郭比 (CTR) の経時変化グラフ作成の自動化を試み, ドライウェイト (DW) 設定への有用性を検討した。

対象: MFBIA 法測定可能な症例 70 例を対象とした。

結果・結論: ①体重に対する総体液量の割合は, 男性: $54.5 \pm 4.4\%$, 女性: $52.3 \pm 4.4\%$ であり, urea kinetics で用いられる総体液量 V と乖離を認める症例があった。②DEXA の骨塩定量と In-Body の骨量は有意の正相関 ($p < 0.0001$, $r = 0.749$) を認めた。③浮腫率と %Cr は有意の負相関 ($p < 0.0001$, $r = 0.469$) を認めた。④CTR と浮腫率は変化率において有意の正相関 ($p < 0.005$, $r = 0.349$) を認めた。⑤市販ソフトを用いて, MFBIA 法のデータを, CTR と共に時系列に表示させることにより, 症例の状態変化を観察することが可能であった。MFBIA 法の浮腫率は DW 設定の指標となりうる事が示唆された。

はじめに

適切な DW を設定することは, 透析患者の予後や QOL の維持に大きな影響を及ぼす。DW とは, 一般

的に「浮腫がなく血圧が正常, CTR 50% 以下で, それ以下の体液量では透析中に血圧を維持できない限界の体重」とされているが, その設定方法に明確なものではなく, 患者の体型や特徴が違うことに加え, 糖尿病や心血管系の合併症や, 透析中の低血圧のため十分な透析や除水ができない症例も多く, その設定方法は各施設で様々な工夫, 検討がされている。ほとんどの施設が体重や浮腫などの「身体所見」, 「CTR」を基本に, h-ANP¹⁾や心エコー, 下大静脈 (IVC) 径²⁾等の検査を付け加えて, より適正な DW 設定を試行錯誤しているのが現状である。また, 田部井ら³⁾は, 透析前後での血中蛋白濃縮度 (PWI) を用いた DW 設定法を報告している。

今回われわれは, 多周波数インピーダンス体液分析装置として, Biospace 社の In-Body 3.2 を使用した。透析患者の体液分布を測定し, CTR との関係調べ, DW 設定の指標としての有用性を検討した。また, 至適透析の指標 ($Kt/V \cdot PCR \cdot \%Cr$) 等との関係を調べたので報告する。

1 対象と方法

In-Body 3.2 の測定では, 約 2 分間自力で立位保持が必要であり, 当院維持透析患者で測定可能な 70 例を対象とした。対象患者の背景は, 男性 40 例, 女性 30 例で, 平均年齢 61.0 ± 10.3 歳, 平均透析歴 7.0 ± 7.1 年, 内 DM は 16 例であった (表 1)。

表1 対象と方法

1. 自力で約2分間の立位保持が可能な症例
 男性：40例，女性：30例 計70例（内DM：16例）
 平均年齢：61.0±10.3歳
 平均透析歴：7.0±7.1年
2. Kt/V，%クレアチニン算出：日本透析医学会統計調査委員会の方法
3. 統計解析：回帰分析，tテスト

表2 多周波インピーダンス分析装置(In-Body 3.2)の測定項目

体成分分析	
●細胞内液量(ICF)	その他
●細胞外液量(ECF)	●浮腫率：ECF/(ICF+ECF)
●蛋白質量	●BMI
●骨量	●体脂肪率
●体脂肪量(FAT)	●ウェスト・ヒップ比
●体重	●体幹・両・上下肢の水分分布
●骨格筋量	●筋肉タイプ判定
●除脂肪量	●栄養状態判定
●体水分量(TBW)	●姿勢バランス
	●体重調整量
	●基礎代謝
	●フィットネススコア

付加情報	
●body cell mass(BCM)	
●上腕筋肉周囲長(AMC)	
●上腕周囲長(AC)	
●肥満度(obesity degree)	

2006年1月から2006年8月までを調査期間として、対象に2カ月おきに透析前後の体液分布をMFビア法で測定し、同日の透析後にCTRの測定を行った。MFビア法では、細胞内液(ICF)、細胞外液(ECF)、体水分量(TBW)、蛋白質量、骨量、体脂肪量、体重、骨格筋量、除脂肪量、浮腫率(ECF/TBW)等が測定される(表2)。MFビア法とCTR測定を行った日に、一番近い検査日の検査データを用いて、日本透析医学会統計調査委員会の方法でKt/V、PCR、%Crを算出した。統計処理は、統計用ソフトStat Viewの回帰分析、tテストを用いて解析した。

2 結果

MFビア法で測定した、男・女の体重に占める総体液量の割合は、男性54.507±4.499%、女性52.306±4.410%であった(図1)。urea kineticsで、総体液量Vは女性55%、男性60%として求められることが多い。しかし、今回測定した透析後の総体液量%は、

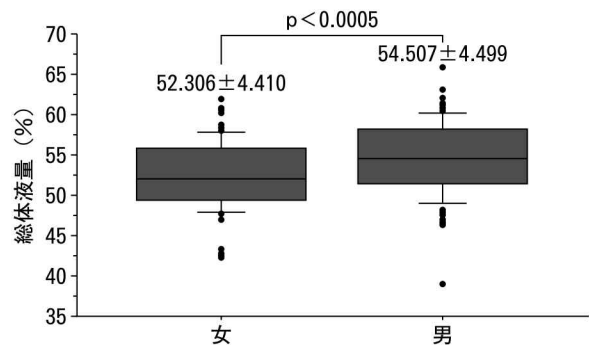


図1 男・女別の総体液量

症例によっては大きな乖離を認めた。例えば、urea kineticsでKt/Vを求めた場合、計算式によっては最大で±0.3の差を認めた。

MFビア法で測定された骨量とDEXAで測定された橈骨遠位1/3の骨塩定量に有意の正相関(p<0.0001, r=0.749)を認めた(図2)。

TBWに占める、ECFの割合(浮腫率; ECF/TBW)は%Crと、有意の負の相関(p<0.0001, r=0.469)

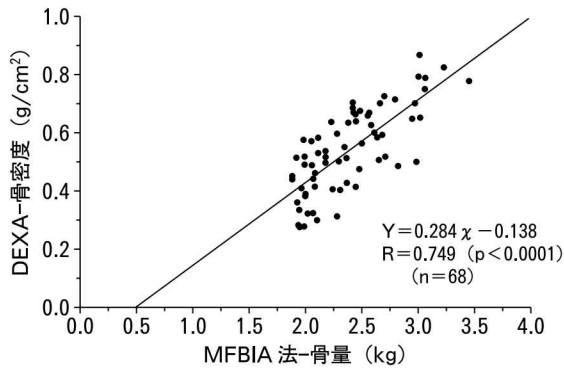


図2 骨密度 (DEXA) と骨量 (MF-BIA 法) の相関

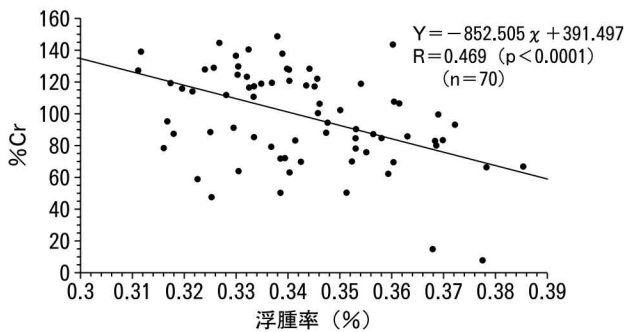


図3 浮腫率と %Cr の相関

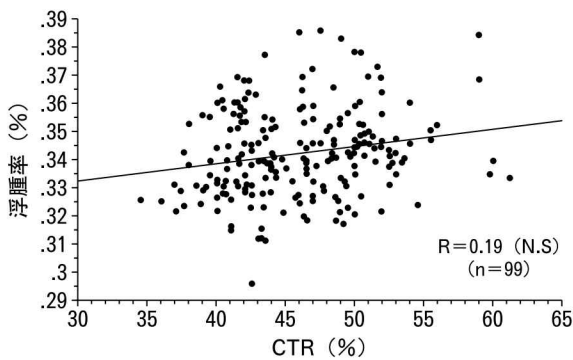


図4 CTR と浮腫率の相関

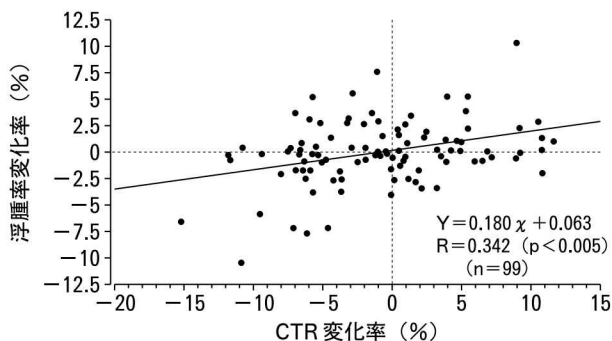


図5 CTR 変化率と浮腫率変化率の相関

を認めた (図3)。

CTR と浮腫率の関係は、そのままの数値では相関関係を認めなかったが (図4)、CTR と浮腫率をそれぞれ、調査期間中1回目の測定値を基準値として、2回目以降は1回目からの変化率として表すと、CTR と浮腫率は有意の相関 ($p < 0.005$, $r = 0.349$) を認めた (図5)。

3 考察

従来の単周波数インピーダンス法 (BIA 法) が ECF のみを測定し TBW を推定するのに比べ、MF-BIA 法は ECF と TBW を個別に測定することが可能である。TBW は ECW + ICF であり、これらを分けている細胞膜は、低周波数ではコンデンサーとして働き、ICF を絶縁して、主に ECF が測定される。しかし、周波数が高くなれば細胞膜は電流を通し、ICF と ECF つまり TBW が測定される。腎臓病末期患者において、低い周波数 (5 kHz) で決まるインピーダンス指標は比較基準としての臭化ナトリウム希釈を使った ECF と高い相関 ($r = 0.886$) があり、また、高い周波数 (500 kHz) で決まるインピーダンス指標は、重水希釈による体水分量と非常に高い相関 ($r = 0.947$) を示すとされている⁴⁾。この原理を応用した MF-BIA 装置 In-Body 3.2 は、求められた体水分量をもとに、筋肉量の一定割合が水分量であることを利用して筋肉量を、筋肉量と体水分量から蛋白質量を、筋肉量と骨量の相関関係から骨量を算出する。

今回の検討では、MF-BIA 法での男女の総体液量 V の体重に占める割合は、男性 $54.507 \pm 4.499\%$ 、女性 $52.306 \pm 4.410\%$ であり、仲里⁵⁾や小川⁶⁾らの透析後総体液量との乖離を認める症例を認めた。性別や体格などにより、体重に占める総体液量の割合は症例により、大きく異なることが示唆された。

DEXA で測定された橈骨遠位 1/3 の骨塩定量と MF-BIA 法で体水分量から推算された骨量に有意な相関を認め、MF-BIA 法の骨量の臨床的意義が示唆された。しかし、骨密度は体格によって異なり、DEXA 法で示される BMD (bone mineral density) は面積当たりの骨塩量で、それ自体骨の大きさの影響を受ける測定値である。骨のサイズの大きい人 (特に前後方向に大きい骨) は、その密度の割に高く測定値が出る事が知られており、MF-BIA 法での骨量との相関は、

ID.No ***
 ○○ ○○ 様

部分にデータ入力

施行日1	2月16日	4月5日	6月8日				
DW1	67.5	67.5	66.5				
前BW1	71.1	70	69.8				
後BW1	67.9	67.5	67				
CTR(%)	49.5	51.5	48.3				
ICF1	23.1	22.6	22.3				
ECF	11	11.6	11.5				
タンパク	12.4	12.4	12.3				
骨量	2.72	2.72	2.7				
体脂肪量	19.9	19.5	19				
合計BW	69.12	68.82	67.8				
%ICF(%)	33.42	32.84	32.89				
%ECF(%)	15.91	16.86	16.96				
%タンパク(%)	17.94	18.02	18.14				
%骨量(%)	3.94	3.95	3.98				
%体脂肪量(%)	28.79	28.33	28.02				
浮腫率(%)	32.26	33.92	34.02				

図6 Excel入力画面

体重や体格の関与も考えられた。

クレアチニン産生率(%Cr)は血液透析患者の筋肉量や運動量を反映し、生命予後の因子として用いられる。中尾⁷⁾らは、身体計測による筋肉量と%Crの相関を報告している。われわれの検討では、MFBIA法での筋肉量と%Crの相関を認めなかった。しかし、%CrとMFBIA法で求められた浮腫率と負の相関を認め、筋肉量が多く、運動量の多い透析患者は浮腫率が低い傾向にあると考えられた。

松永²⁾は、MFBIA法の浮腫率とh-ANP、循環血漿量(BV)変化率との相関を報告している。われわれの検討では、CTRと浮腫率の直接的な値では関連性を認めなかったが、CTRと浮腫率の変化率では相関関係を認めた。浮腫率の変化を観察することは、DW設定の指標となりうる事が示唆された。

DWを決定する際には、色々な方法を用い、多角的に症例を分析することが重要となる。また、DWは明確な不動の一点を示すものではなく、曖昧さを持ち、変動する目標値(moving target)であることか

ら、どのような測定方法や検査方法を用いた場合でも、その経過・変化を観察していくことが重要となる。CTRはDW設定の大きな指標となるが、脱水状態を反映しにくい。h-ANPは心疾患のある患者では、高値を示し注意が必要である。下大静脈径(IVC)は、心タンポナーデや大量の心嚢液貯留がある場合は注意が必要である^{8,9)}。

今回われわれは、市販ソフトのExcelを用いて、症例のIDナンバーと透析前および後の体重・CTRや、In-Bodyのデータである、ICF・ECF・蛋白量・骨量・体脂肪量を図6に示すExcel画面に入力すると、CTRと浮腫率の変化と体水分量と固形量の変化を時系列でグラフ表示するようにプログラムを作成した。CTRの変化と浮腫率の変化を時系列で観察する事が可能であり、それぞれのパラメータを体重に対する百分率で表示することで(図7)、体水分が過剰になってきているのか、あるいは、筋肉量や脂肪量が増えてきているのかを経時的に把握する事が可能であった。

また、中尾⁷⁾はMFBIA法の栄養評価法への活用を

ID.No *** ** ** 殿

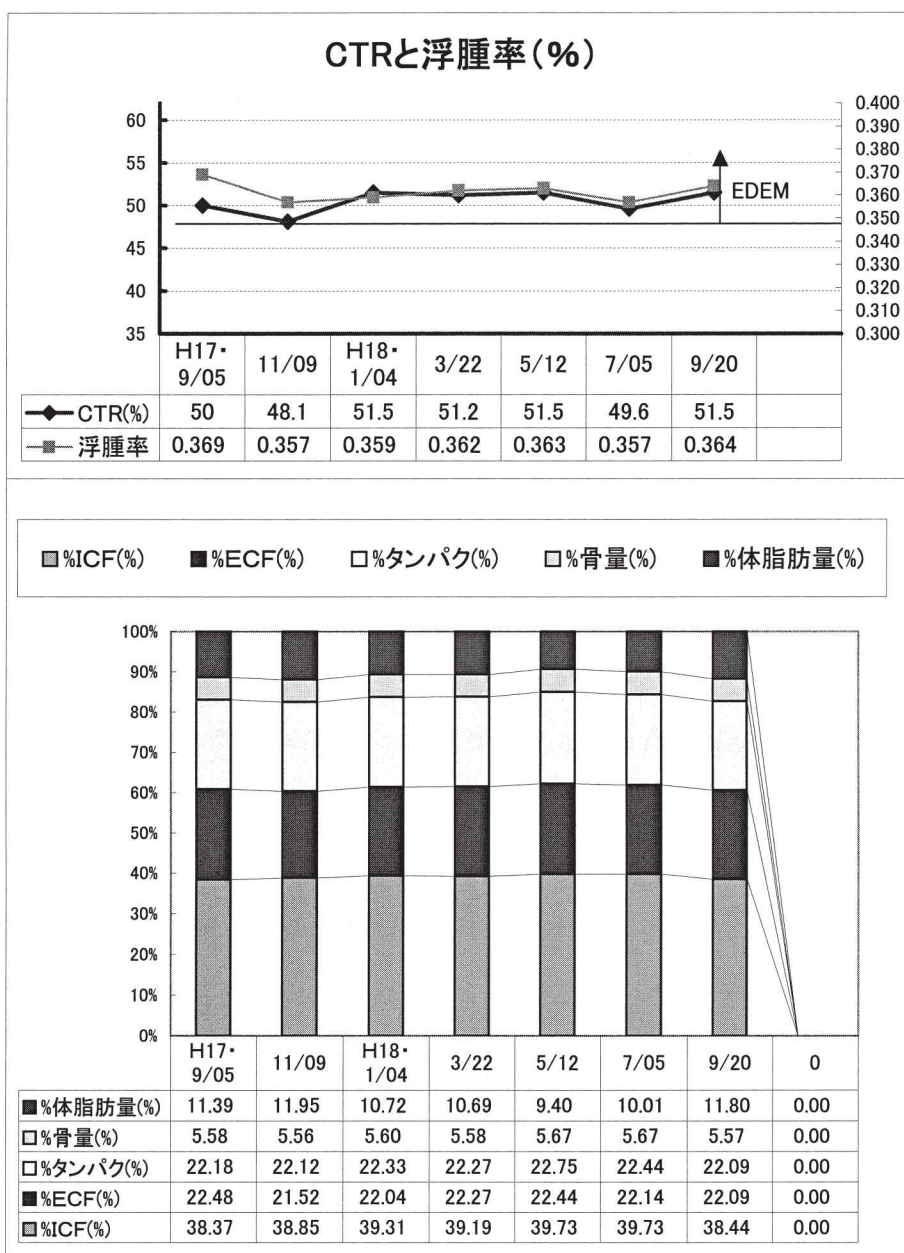


図7 Excel 出力画面

報告しており、今後 MF BIA 法の有効利用を検討していく必要があると考える。

結 語

MF BIA 法での浮腫率の変化率を時系列に観察することは DW 設定の指標となりうると考える。

論文の要旨は第 52 回日本透析医学会学術集会で発表した。

文 献

- 1) 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.
- 2) 松永智仁: ドライウェイトと除水. 透析ケア, 12; 788-792, 2006.
- 3) 田部井薫, 黒田 豊, 高野隆一, 他: 除水による蛋白濃縮度の意義の検討. 透析会誌, 32; 1071-1077, 1999.
- 4) Kichul C, Chertow GM, Gonzalez J, et al.: Multi-frequency bioelectrical impedance estimates the distribution of body water. J Appl Physiol, 79; 1316-1319,

- 1995.
- 5) 仲里 聡: 腎疾患における重水による全体水分量の測定. 日腎誌, 31; 1-13, 1989.
 - 6) 小川洋史, 斉藤 明, 鄭 大基: ガスクロマトグラフィーによる重水を用いた体内水分量の測定. 日腎会誌, 28; 185-190, 1986.
 - 7) 中尾俊之, 金澤良枝, 小池美穂子: 慢性腎不全患者における栄養評価法. JJPEN, 23(2); 61-67, 2001.
 - 8) 安藤康宏: 心・血管系合併症を有する透析者の管理と治療 (!) ドライウェイトの決め方. 臨床透析, 17; 1341-1345, 2001.
 - 9) 大野修一, 安藤康宏, 手塚俊文, 他: 血液透析患者の下大動脈径変化に対する心嚢液貯留の影響. 透析会誌, 26; 1375-1380, 1993.