

---

# 慢性維持透析患者における身体組成分析装置（MLT-50）を用いた血液透析前後の細胞内・外液量の変化の検討

能登宏光、金野裕介、高橋育也、佐藤永淑  
大谷 匠、嵯峨まゆ子、佐々木由美、佐藤啓子  
鎌田道子、佐々木佳奈、香野由香、羽賀繁子  
医療法人 秋田泌尿器科クリニック

## Changes of the quantity of intracellular and extracellular fluid during hemodialysis in maintenance hemodialysis patients measured by the body composition analyzer MLT-50

Hhiromitsu Noto, Yusuke Konno, Ikuya Takahashi, Hisatoshi Satoh  
Takumi Otani, Mayuko Saga, Yumi Sasaki, Keiko Satoh  
Michiko Kamada, Kana Sasaki, Yuka Kono and Shigeko Haga  
Akita Urologic Clinic

### <緒 言>

微細交流電流を生体に流して抵抗値を測定する、生体インピーダンス分析法（bioelectrical impedance analysis：BIA法）<sup>1)</sup>は、体成分や体水分の分析、また浮腫や栄養状態などの評価に有用な方法といわれ、血液透析患者の管理にも応用されてきている<sup>2)</sup>。私たち<sup>3,4)</sup>もInBody720を用いた多周波数生体インピーダンス法により、血液透析患者の透析前後における細胞内・外水分量を測定し、その有用性を報告した。この度、ハンディーサイズの身体組成分析装置 ML-50を使用し、検討を行ったので報告する。

### <対象と方法>

対象は、当クリニックで慢性維持透析中の患者26名（男性10名、女性16名）で、年齢 $61.3 \pm 11.4$ 歳、透析歴 $8.3 \pm 7.3$ 年、糖尿病患者は男性4名、女性3名であった。

方法は、ベット上仰臥位で片側の上下肢に電極を装着し、多周波数生体電気インピーダンス法により、血液透析前後で細胞内液量（intracellular fluid：ICF）と細胞外液量（extracellular fluid：ECF）を測定した。身体組成分析装置としてはMLT-50（セキスイメディカル電子社製）を使用した。

電極をシャント側に装着した場合と非シャント側に装着した場合とで、測定値の変化から求めた計測除水量と実際の除水量との関係、および透析前後での浮腫率の変化を検討した。また、浮腫率と血清アルブミン値、%クレアチニン値（%Cr）、hANP値、ヘマトクリット（Ht）値、心胸郭比（CTR）などとの関係を検討するとともに、シャント流量を反映するシャント側上腕動脈

血流量と浮腫率との関係も検討した。

浮腫率は、細胞外液量 (ECF) / 体液量 (total body fluid : TBF=ICF + ECF) で計算し、0.30 ~ 0.35を正常、<0.30をドライ、>0.35を浮腫ありと評価した。

## <結 果>

### 1) 血液透析前後の体液量の変化 (図1)

シャント側電極装着での測定では、細胞内液量は透析前 $16.5 \pm 3.8$  l、透析後 $16.2 \pm 3.5$  l、差 $0.3 \pm 0.9$  l、細胞外液量は透析前 $13.6 \pm 3.5$  l、透析後 $9.9 \pm 3.1$  l、差 $3.7 \pm 2.1$  lであった。体液量 (細胞内液量+細胞外液量) は、透析前 $30.1 \pm 6.2$  l、透析後 $26.1 \pm 5.4$  l、差 $4.0 \pm 2.0$  lであった。

一方、非シャント側電極装着での測定では、細胞内液量は透析前 $17.0 \pm 3.3$  l、透析後 $16.6 \pm 3.2$  l、差 $0.5 \pm 0.9$  l、細胞外液量は透析前 $12.3 \pm 3.5$  l、透析後 $8.7 \pm 3.0$  l、差 $3.6 \pm 1.7$  lであった。体液量は透析前 $29.4 \pm 6.0$  l、透析後 $25.3 \pm 5.0$  l、差 $4.1 \pm 1.8$  lであった。

細胞外液量は、電極装着側に関わらず、透析により有意に減少 ( $P < 0.001$ ) した。しかし、細胞内液量は、透析により非シャント側電極装着では有意に減少 ( $P = 0.01$ ) したが、シャント側電極装着では推計学的有意差はなかった。

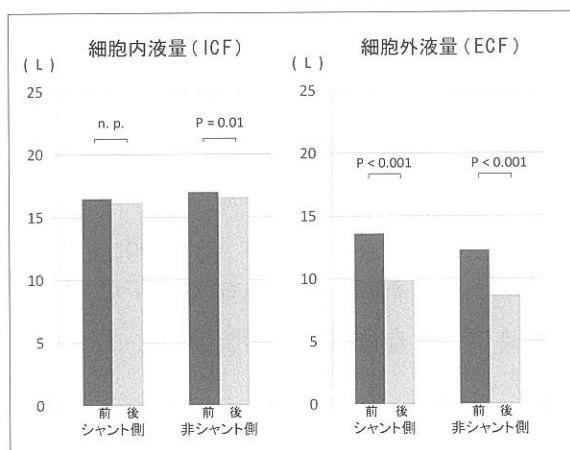


図1. 血液透析前後の体液量の変化

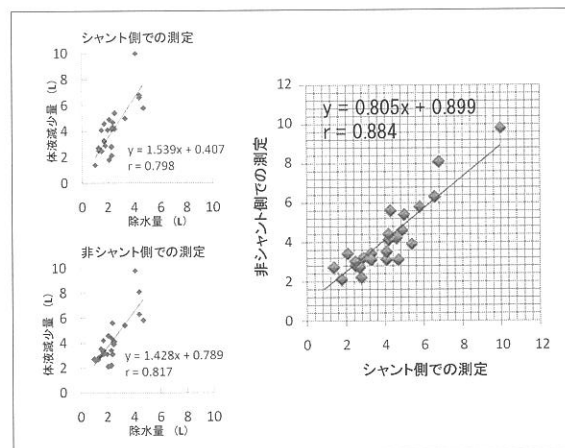


図2. 血液透析による体重減少量 (除水量) と体液減少量との関係

### 2) 血液透析による体重減少量 (除水量) と体液減少量との関係 (図2)

血液透析前後の実測体重は、それぞれ $53.6 \pm 12.8$  kg、 $51.3 \pm 12.1$  kgで、透析による除水量は $2.3 \pm 1.0$  kgであった。これに対し、細胞内液量と細胞外液量を加えた体液量の減少は、シャント側での測定では $4.0 \pm 2.0$  l、非シャント側での測定では $4.1 \pm 1.8$  lと、実測値よりも計測値の方が大きかった。

電極装着側別の計測値と実測値との関係を見ると、相関係数はシャント側装着時  $r = 0.798$ 、非シャント側装着時  $r = 0.818$  であり、非シャント側に電極を装着した場合の方が、強い相関関係を示した。

### 3) 血液透析前後の浮腫率と浮腫状態の変化 (図3、4)

浮腫率は、シャント側電極装着では、透析前 $0.45 \pm 0.06$ 、透析後 $0.38 \pm 0.08$ 、非シャント側電極装着では、透析前 $0.42 \pm 0.06$ 、透析後 $0.34 \pm 0.08$ であった。

透析前の浮腫率は、シャント側での測定結果が非シャント側での測定結果よりも有意に高く ( $P < 0.05$ )、透析後の浮腫率もシャント側での測定結果が少し大きかったが有意差はなかった ( $P = 0.109$ )。また、浮腫率の透析前後における差は、シャント側での測定が $0.07 \pm 0.05$ 、非シャント側での測定が $0.08 \pm 0.04$ と差がなかった。

一方、浮腫状態に関しては、シャント側での測定では、透析前は26例全例が浮腫状態であったが、透析後はドライ4例、正常5例、浮腫17例に変化した。これに対し、非シャント側での測定では、透析前は正常6例、浮腫20例であり、透析後は透析前に正常だった6例はドライ5例、正常1例に変化し、透析前浮腫だった20例はドライ2例、正常8例、浮腫10例となり、結果としてドライ7例、正常9例、浮腫10例であった。

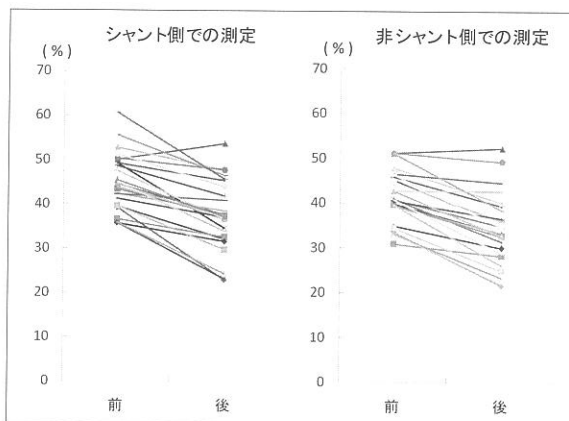


図3. 血液透析前後の除水による浮腫率の変化

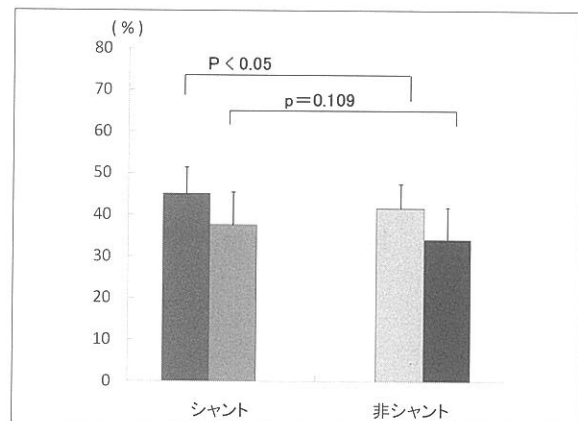


図4. 血液透析前後の除水による浮腫率

### 4) 血清アルブミン値と浮腫率との関係 (図5)

透析前に測定した血清アルブミン値は $3.9 \pm 0.2 \text{ g/dl}$ であった。血清アルブミン値と透析前浮腫率との関係は、シャント側での測定では相関係数  $r = -0.329$ 、 $p = 0.101$ 、非シャント側での測定では相関係数  $r = -0.242$ 、 $p = 0.233$ で、有意な関係はなかった。

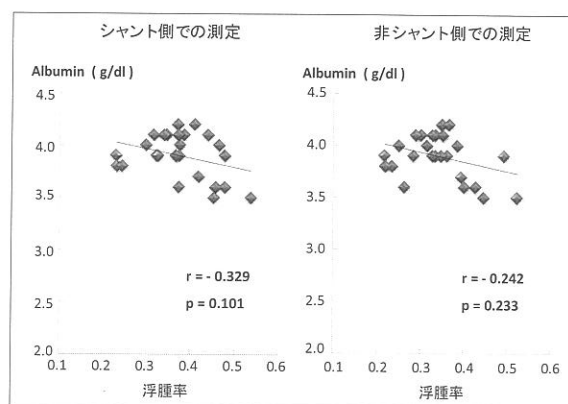


図5. 血清アルブミン値と浮腫率との関係

#### 5) %クレアチニン産生速度と浮腫率との関係 (図6)

%クレアチニン産生速度は $97.6 \pm 21.1$ であった。%クレアチニン産生速度と透析後浮腫率との関係は、シャント側での測定では相関係数  $r = -0.488$ 、 $p = 0.011$ 、非シャント側での測定では相関係数  $r = -0.448$ 、 $p = 0.022$ で、共に有意な負の相関関係があった。

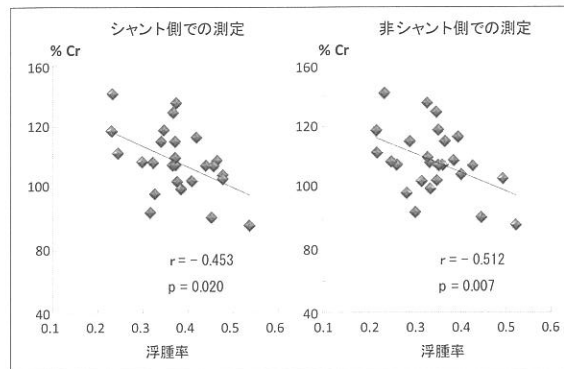


図6. %クレアチニン産生速度と浮腫率との関係

#### 6) hANPと浮腫率との関係 (図7)

透析後のhANPは $80.3 \pm 120.1 \text{ pg/ml}$ であった。hANPと透析後の浮腫率との関係は、シャント側での測定では相関係数  $r = 0.453$ 、 $p = 0.020$ 、非シャント側での測定では相関係数  $r = 0.512$ 、 $p = 0.007$ で、共に有意な相関関係があったが、非シャント側での測定の方がより強い相関関係があった。

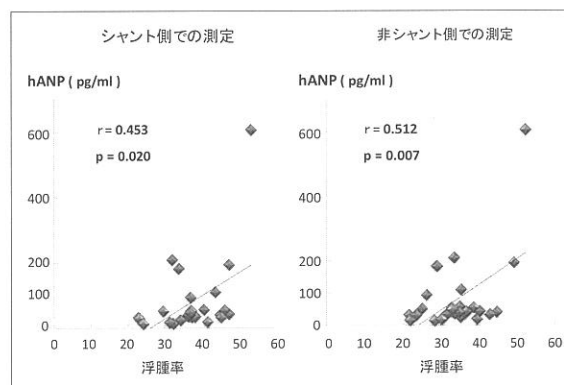


図7. hANPと浮腫率との関係

#### 7) ヘマトクリット (Ht) 値、心胸比 (CTR) と浮腫率との関係

Ht値は、透析前 $34.6 \pm 4.2\%$ 、透析後 $38.3 \pm 4.3\%$ であった。また、透析前のCTRは $51.3 \pm 3.1\%$ であった。透析前後におけるHt値と浮腫率の間には、有意な関係はなく、CTRと透析前浮腫率の間にも有意な関係はなかった。

#### 8) シャント側上腕動脈血流量と浮腫率との関係 (図8)

パルスドプラ法により、透析前のシャント側上腕動脈血流量を18名で測定した。シャント側上腕動脈の血流パターンは、非シャント側の血流パターンとは異なり、心拍出に伴う拍動性の収縮

期血流に加えて、拡張期にも血流が観察された。血流量は $933 \pm 386 \text{ ml/min}$  ( $240 \sim 1840 \text{ ml/min}$ )であった。血流量と、透析前浮腫率や透析前後の浮腫率の差との間には、有意な相関関係はなかった。

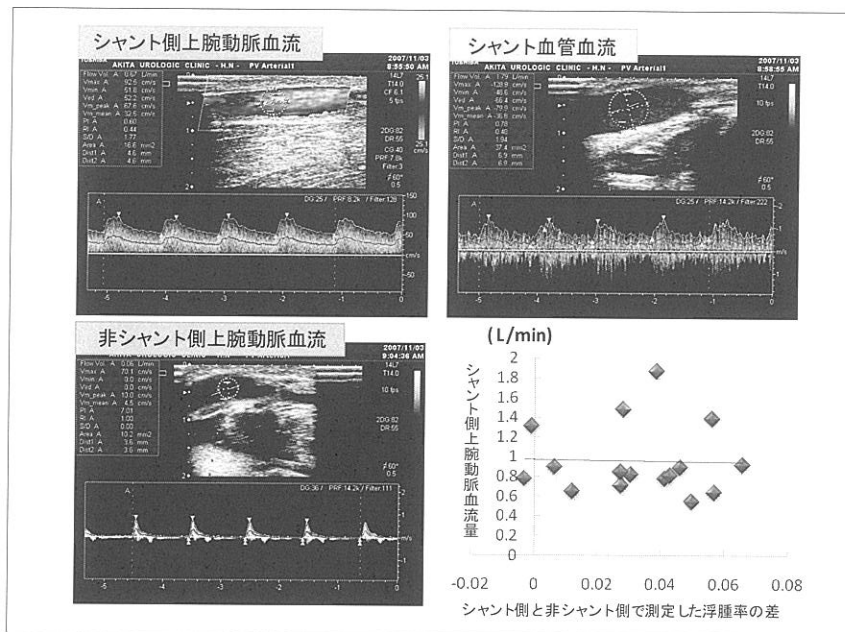


図8. シャント側上腕動脈血流量と浮腫率との関係

## <考 案>

MLT-50を用いた、多周波数インピーダンス法で測定した透析による体液量減少量は、細胞内液量の変化が少なく細胞外液量の変化が大きかった。MLT-50を使用した他の報告<sup>5,6)</sup>や、海外における他機種を使用した報告<sup>2,6)</sup>でも、透析による体液量の減少は主に細胞外液であり、細胞内液の減少は少なかったという。これに対し、熊田ら<sup>7)</sup>はInBody BS1を用いた検討で、細胞内液と細胞外液の減少量の比率はほぼ1 : 1であったと報告しており、私たち<sup>3,4)</sup>のInBody720を用いた検討や、内田ら<sup>8)</sup>のInBodyS20を用いた検討でも、細胞内水分量と細胞外水分量の減少割合は、それぞれ48 : 52、52 : 48であり、細胞内・外水分ほぼ同量の減少が観察された。小西ら<sup>9)</sup>はRJLシステム社製機種を用いた検討で、MLT-50使用時と同様、細胞内液量は透析前後でほとんど変化しなかったと述べているが、細胞外液量減少量が実際の除水量よりも大きく、透析で変化しないはずの総体脂肪量が透析後に増大していたことから、体液変化量と除水量との間の大きな差は、透析前に過剰水分のため体脂肪量が過小評価され、除脂肪体重が過大評価された結果だと述べている。測定機種や生体側の条件によっては、体脂肪成分の計測精度が異なる可能性があり、測定値の評価には注意を要する。

今回の検討では、インピーダンス法で測定された体液減少量は、実除水量よりも、シャント側での測定で平均1.7kg、非シャント側での測定で平均1.8kg大きかったが、どちらの測定値も実除水量と有意な相関を示した。また、非シャント側での測定値の方がシャント側での測定値よりも良い相関関係にあったことから、血液透析患者で電極を片側に装着して測定する場合には、非シャント肢側で測定する方が良いと考えられた。

透析前の浮腫率を見ると、シャント側の測定値が非シャント側よりも、有意 ( $P < 0.05$ ) に大きく、シャント血流が測定値に影響を与えたことが分かる。透析による除水前後の浮腫状態は、シャント側の測定では、透析前は26例 (100%) が浮腫で、透析後にも17例 (65.4%) が浮腫と判定されたが、非シャント側の測定では透析前の浮腫は20例 (76.9%) で透析後の浮腫は10例 (38.5%) であった。シャント肢の測定では、浮腫状態を過大評価してしまう可能性がある。

浮腫率と蛋白栄養状態の指標である血清アルブミン値や% Cr との関係を見ると、浮腫率と透析前血清アルブミン値とは相関関係が無かったが、透析後浮腫率と% Cr とは負の相関関係 ( $P < 0.05$ ) を示しており、これまでの報告<sup>10)</sup>と同様、タンパク栄養状態が悪くなると浮腫が増悪しやすいことが分かる。

また浮腫率と、透析前のCTR や透析前後のHt 値とは、有意な関係がなかったが、透析後の浮腫率とhANP との間には、有意な相関関係 ( $P < 0.05$ ) があった。Okamoto ら<sup>11)</sup> は、InBody 2.0 を用いた検討で、浮腫率は、血清アルブミン、総コレステロール、中性脂肪、トランスフェリンとの間に相関がなかったが、hANP と有意な ( $P < 0.05$ ) 相関関係が見られたと報告しており、佐々木ら<sup>12)</sup> も浮腫率は透析後で有意に低下し、hANP と有意相関があったと述べている。今回の検討では、電極装着がシャント側であっても非シャント側であっても、浮腫率とhANP との間に有意な相関があったが、非シャント側での測定の方がより強い相関関係があった。これは、シャント側での測定が浮腫の程度を過大評価した結果と考えられ、測定時の電極装着は、やはり非シャント側が良いと考えられた。

一方、シャント側と非シャント側で測定した浮腫率の差が、シャント血流量と関係があるのではないかと考え、シャント側上腕動脈の血流量を超音波ドプラ法で測定したが、血流量と浮腫率あるいは浮腫率の差との間には有意な相関関係はなかった。

身体組成分析装置 (MLT-50) は、ポータブルでベットサイドでも簡単に測定でき、血液透析患者の浮腫と栄養状態の評価に有用であり、測定時の電極装着は非シャント側が良いと考えられた。

## 参 考 文 献

- 1) Heymsfield SB, Wang ZM, Visser M, Gallagher D, Pierson Jr RN: Techniques used in the measurement of body composition: an overview with emphasis on bioelectrical impedance analysis. Am J Clin Nutr 64 (suppl): 478S-484S, 1996.
- 2) Kushner RF, de Vries PMJM, Gudivaka R: Use of bioelectrical impedance analysis measurements in the clinical management of patients undergoing dialysis. Am J Clin Nutr 64 (suppl): 503S-509S, 1996.
- 3) 高橋育也、能登宏光、大谷 匠、金野裕介、佐藤寿淑、嵯峨まゆ子、佐々木由美、佐藤啓子、鎌田道子、工藤亜紀子、佐々木佳奈: 血液透析前後の細胞内水分量・細胞外水分量の変化について. 秋田県腎不全研究会誌 10: 118-122, 2007.

- 
- 4) 高橋育也、能登宏光、大谷 匠、金野裕介、佐藤寿淑、嵯峨まゆ子、佐々木由美、佐藤啓子、鎌田道子、工藤亜紀子、佐々木佳奈、羽賀繁子：透析前後の細胞内・細胞外水分量の変化と部位別浮腫について．透析会誌 40(suppl 1)：372, 2007.
  - 5) 川越久志、坂田博志、大村 誠、齋藤文匡、鈴木唯司、舟生富寿：血液透析患者における血圧下降と体内水分量変動との関係．透析会誌 40(suppl 1)：596, 2007.
  - 6) Jain AK, Lindsay RM: Intra and extra cellular fluid shifts during the inter dialytic period in conventional and daily hemodialysis patients. ASAIO J 54: 100-103, 2008.
  - 7) 熊田憲彦、石井淳一、松田 淳、浅井省和、西阪誠泰、柏原 昇、金川拓未、池口隆文、藤戸久夫、杉村一誠、仲谷達也：多周波数生体電気インピーダンス法での評価による除水中の細胞内および外液量の経時的な変化．透析会誌38(suppl 1)：741, 2005.
  - 8) 内田広康、柴田 猛、上石 等、蛭田康成、白岩 功、金田史香、錦織智弘、金田 浩：長時間透析における透析前後での体液動態について．透析会誌 41(suppl 1)：566, 2008.
  - 9) 小西修二、喜田智幸、小西秩英子、松本正典、福田淑子、多鹿順子、伴 孝仁、松川 誠、竹下 薫、福井幸子、近藤宏二、新光 毅、坂井瑠実：生体電気インピーダンス法を用いた透析困難例における体液変動の検討．透析会誌 35：1321-1326, 2002.
  - 10) 宮野竜一、岩永圭司、小野山攻：DW 設定における多周波インピーダンス分析装置 (In Body3.2) の有用性 (市販ソフトを利用して)．透析会誌 40(suppl 1)：500, 2007.
  - 11) Okamoto M, Fukui M, Kurusu A, Shou I, Maeda K, Hamada C, Tomino Y: Usefulness of a body composition analyzer, InBody 2.0, in chronic hemodialysis patients. Kaohsiung J Med Sci 22: 207-210, 2006.
  - 12) 佐々木信博、上野幸司、白石 武、久野宗寛、石井恵理子、安藤康宏、草野英二：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．透析会誌 40(suppl 1)：758, 2007.