

Bioelectrical impedance analysis 法 による体水分量の評価

——術後早期患者での有用性について——

坪 敏 仁* 磯 崎 健 一*
石 原 弘 規** 松 木 明 知**

要 旨

ICU 入室術後患者44名を対象として、術後早期の体水分量変化を、bioelectrical impedance analysis (BIA) 法を用い検討した。術直後の水分量は $71.8 \pm 2.6\%$ (mean \pm SEM) であり、術後1日、2日で $70.2 \pm 2.0\%$ 、 $66.5 \pm 3.1\%$ と漸減したが有意な変化ではなかった。術後の体水分量は血漿 ANP 濃度および体重変化と強い相関はなかった。術直後で5名に、術後1日で1名に体水分量異常高値を認めた。また術直後の体水分量は、麻酔中の水分バランス、手術時間とは強い相関を示さなかった。

ICU 入室後患者では、BIA 法は術後早期の体水分量測定には適当とは思われなかった。

はじめに

手術侵襲後は、身体に水分、Na 貯留が認められ、侵襲が大きいほどその傾向は増大する¹⁾。近年、bioelectrical impedance analysis (BIA) 法で簡便に体水分量の測定が可能になった²⁾³⁾。しかし体内水分分布が急速に変化する術後早期における BIA 法の有用性には疑問がある。今回、ICU における術後急性期患者の体水分量変化を検討したもので報告する。

対象および方法

手術後の患者で集中治療部に入室した成人症例44名(男性28名、女性16名)を対象とした。術前に内分泌障害のある患者、浸透圧利尿薬使用患者、測定部位に手術侵襲が及ぶ患者は除外した。開胸または開腹術症例は25例、非開腹術症例が19例であった。性別、年齢、手術時間、術中水分バランス、入室時体重を示した(表1)。

体水分量は VALHALA SCIENTIFIC 社の体抵抗装置 1990 A を用いた。4極測定法により、50 KHz、500 μ A の交流を流したときの生体抵抗を求め、身体構成成分として除脂肪体重、脂肪重量、体内水分量を算出した³⁾。同時に、動脈血を採取しラジオイムノアッセイにて心房性ナトリウム利尿ホルモン (ANP) 濃度を測定した。体重はツールズ社製デジタルスケール NSK101D2 で測定した。

測定は、術当日、術後1日、術後2日の3回とした。体水分量と体重変化、血漿 ANP 濃度、術

Table 1 Patients' characteristics

Male (n)	29
Female (n)	16
Age (yrs)	54.7 \pm 10.5
Op time (min)	466 \pm 239
Fluid balance (ml)	3004 \pm 1426
Body weight (kg)	46.6 \pm 23

mean \pm SEM

*弘前大学医学部集中治療部

** 同 麻酔科学教室

Table 2 Changes of parameters

	Ope day	Post ope 1st day	Post ope 2nd day
Total body water (%)	71.8±2.6	70.2±2.0	66.5±3.1
Body fat (%)	11.8±1.0	11.1±1.1	12.4±2.4
Lean body mass (kg)	49.1±1.4	49.3±1.7	42.9±2.4
Body weight (kg)	56.0±2.0	55.2±1.9	49.5±2.6*
Plasma ANP level (μg/ml)	95.6±11.4	121.5±12.4	123.9±18.7

mean±SEM, *p<0.05

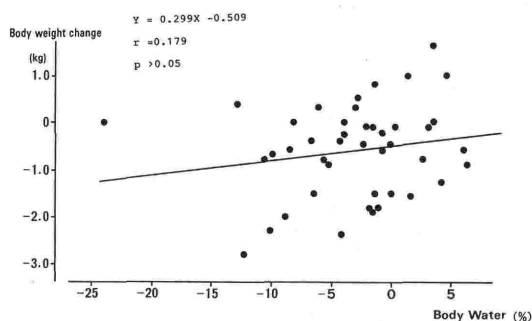


Fig. Relation between total body water and body water change

中輸液量バランス, 手術時間との相関を求め比較検討した。

統計は, Student の t 検定を用い, $p < 0.05$ をもって有意差ありとした。

結 果

体水分量は術直後から術後2日にかけて徐々に低下したが, 有意な変化ではなかった(表2)。また測定患者中, 術直後で5名, 術後1日で1名に体水分量90%以上と異常高値を認め, これからの測定値は除外した。脂肪量と除脂肪量には大きな変化はなかった。体重は, 術当日から徐々に減少し術後2日で有意な減少となった。 $(p < 0.05)$ 。

術後の体水分量と体重変化の関係を示した(図)。体重の増減と水分量の増減との相関係数は0.179と小さく, 有意な関係ではなかった。体水分量と血漿 ANP 濃度の相関係数も-0.28であり, 強い相関は認められなかった。

術中の水分バランスは平均 $3004 \pm 1426 \text{ ml}$ であり, 6412 ml から 300 ml と大きな範囲で変動していた(表1)。体水分量は52%から88.5%であったが, 両者の相関計数は0.318であり, 有意

な相関は認められなかった。手術時間の平均は 466 ± 239 分であり, 1020分から137分の間であった。手術時間と体水分量の間の相関は0.190であり, 強い相関は認めなかった。

考 察

身体構成成分の測定には, デンシトメーター, CT スキャン, カリウム, エレクトロカル コンダクティビテ法, 同位元素による希釈法, RI 不活性ガス, MRI による方法などが用いられているが, 費用と操作の煩雑さの点から, 臨床での応用は困難だった。また, 身体測定計, 皮膚厚測定計, 赤外線による方法も報告されているが, 正確さにかける欠点があった⁴⁾。

今回用いた bioelectrical impedance analysis (BIA) は, 生体に電流を通過させたときの抵抗を測定して身体構成成分を求めるものである。生体は細胞内および外液を含み, コンダクターとして働き, 細胞膜はコンデンサーとして働く⁵⁾。本法の前提として, 身体構成成分は2つに区分され, 脂肪と除脂肪成分に分かれる。脂肪は抵抗が高く, 実際のインピーダンスは水分と電解質を含む除脂肪成分で決定される。除脂肪成分の74.1%は水分とされる⁶⁾。本法では, 生体を均一の伝導体と見なしており, 一定の誤差は避けられないが, Lukaski ら⁷⁾ はデンシトメータ法, 重水法との間に0.9475の高い相関を認めている。Liestke は⁸⁾ 測定誤差を生じる要因として, 利尿薬投与, アルコール摂取, 電極の位置異常, 体水分量に影響を与える疾患の存在を指摘している。Valhalla 社は測定条件として, 1) 6時間以上の絶食, 2) 12時間以内に激しい運動のないこと, 3) 48時間以内に体重の急激な変化のないこと, 4) 月経中でないこと, 5) 7時間以上利尿薬を飲んでいない, 6)

1時間以内に排尿していることなどをあげている。

近年, BIA 法を水分変化の大きい臨床状態で使用した報告があり, 種々の指標とよい相関が報告されている。岡本らは⁹⁾ 食道癌手術患者術後の third space 変化を知る上で BIA 法を有用とし, 草間らは¹⁰⁾ BIA 法を血液透析時の水分量変化推定に有用としている。著者らも短時間の婦人開腹術症例では体重変化と, BIA が良い相関を示すことを報告している¹¹⁾。

ICU 入室患者は, 術前状態が悪く, また手術侵襲も大きいため Na, 水分貯留は大きい。今回, BIA 法で求めた体水分量と体水分量と種々の指標と相関するものはなかった。Deurenberg ら¹²⁾ は生体の impedance は細胞内液と細胞外液の比に強く影響されるとし, BIA を使用する際には, 浮腫, 脱水, 妊娠等の患者には注意すべきとしている。術直後の細胞内液と外液の比の異常も, BIA 法異常値の原因と思われる。

飯田ら¹³⁾ は手術侵襲は血漿 α -ANP 濃度に影響を与えないとする。食道癌術後の患者では, 術直後から術後7日に至るまで高値が報告されている¹⁴⁾。また, 三高ら¹⁵⁾ は食道癌手術後の患者で術中輸液量の多い群で有意に血漿 ANP 濃度が上昇していたとしている。しかし, 今回測定した体水分量と血漿 ANP 濃度の間には有意な相関はなかった。

現在, 臨床で体水分量を簡便に測定できる他の方法がなく, 今回の検討でもコントロールとなる体水分量が存在しない。しかし, 異常値が多いことと, 他の間接的なパラメーターとの相関が少ないことから, ICU に入室するような患者では, BIA 法による術後早期の体水分量の測定は信頼性にかけると思われた。

文 献

- 1) 岡本和美, 斉藤和義: 手術侵襲と栄養代謝管理. JJPEN 11:165-168, 1989.
- 2) 滝口 進, 磯部ゆみ子: Bioelectrical impedance Analysis を用いた体脂肪測定に関する臨床的検討. JJPEN 10:55, 1988.
- 3) 小宮秀一, 今井克美, 増田卓二ほか: Bioelectrical Impedance 法による体組織成分の推定. J Health Sci 12:131-138, 1990.
- 4) Lukaski, H. C.: Methods for the assessment of human body composition. Am J Clin Nutr 46:537-56, 1987.
- 5) 波江野誠, 金井 寛: 体内水分分布の電気測定とその臨床応用. 病態生理 4:729-734, 1985.
- 6) Pace, N., Rathburn, E. N.: Studies on body composition. The body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content. J Biol Chem 158:685, 1945.
- 7) Lukaski, H. C., Bolonchuk, W. W., Hall, C. B. et al.: Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. J Appl Physiol 60:1327, 1988.
- 8) Liedtke, R. J.: Body composition analysis based on bioelectrical impedance instrumentation. RJL System Inc 1986.
- 9) 岡本和美, 新津頼一, 大浪優二ほか: Bio-resistance 測定による third space の簡便な評価法. 外科と代謝・栄養 22:42, 1988.
- 10) 草間昭夫, 松原陽一, 吉川恵次ほか: Bioelectrical impedance method による身体構成成分の検討. 外科と代謝・栄養 22:43, 1988.
- 11) 坪 敏仁, 洪 浩彰, 石原弘規ほか: 長時間手術患者の体内水分量および血漿ホルモン濃度変動. 麻酔 39:1473-, 1477, 1990.
- 12) Deurenberg, P., Kooy, K., Leenen, R., et al.: Body impedance is largely dependent on the intra- and extracellular water distribution. Eur J Clin Nutr 43:845-835, 1989.
- 13) 飯田 司, 坪 敏仁, 松木明知ほか: イソフルレン麻酔および手術侵襲および α -ANP および各種血漿ホルモン濃度に及ぼす影響. 麻酔 37:147, 1988.
- 14) 小島 善, 平松義文, 中川明彦ほか: 食道癌術後における水分, 電解質代謝-心房性 Na 利尿ホルモンを中心として. 外科と代謝・栄養 22:31, 1988.
- 15) 三高千恵子, 名倉 節, 坂西信映ほか: 食道癌後における心房性 Na 利尿ペプチドの変動. ICU と CCU 12:999-1003, 1988.

Evaluation of total body water with bioelectrical impedance analysis in post operative patients

Toshihito Tsubo, Kenichi Isozaki,
Hironori Ishihara and Akitomo Matsuki

Department of Anesthesiology, University of Hirosaki, School of Medicine

We studied the validity of bioelectrical impedance analysis (BIA) for evaluation of total body water in early post operative patients. Forty-four patients who admitted in ICU were selected as the subjects in this study. Total body water, body fat and lean body mass were measured with BIA. Plasma ANP concentrations were also examined by radioimmunoassay.

Total body water decreased from $71.9 \pm 2.6\%$ (Mean+S.E.) in the operative day to $66.46 \pm 3.1\%$ in the second post operative day. Abnormal values of total body water (more than

90%) were detected in five patients in the operative day and in one patient in the post operative first day. No relationship was observed between total body water and plasma ANP level and between total body water and body weight change. there was no relationship between total body water in the operative day and water balance during operation. BIA is not a reliable method to evaluate total body water in the early post operative periods in patients in ICU.