

機器紹介

生体抵抗測定装置

—Bioelectrical impedance analysis 法—

坪 敏仁* 石原弘規** 松木明知**

身体構成成分の測定には、デンストメーター、CT スキャン、カリウム、電気カルシウム・コンダクティビティ法、同位元素による希釈法、RI 不活性ガスによる方法、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である。また、皮膚厚測定器、超音波、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る¹⁾。今回用いた Bioelectrical impedance analysis (BIA) 法は非侵襲的で、短時間で使用でき、技術的にも簡単で、特に患者の協力も必要ではなく、機器もポータブルであると言う利点を持つ。

BIA 法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試みである。生体は、細胞内および細胞外液を含み、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。低い周波数では (1 kHz 以下)、電流は主として細胞外液を伝わるが、より高い周波数では (500-800 kHz) 細胞外液と内液両者に伝わるとされる²⁾。

本法の前提として、身体成分は2つに区分され、脂肪と除脂肪成分に分かれる。脂肪組織はほとんど水分とカリウムを含まず抵抗が高く、0.9 g/cc の密度を持つ。除脂肪成分は 1.1 g/cc の密度で、男性では 60-70 mM/kg また女性では 50-60 mM/kg のカリウムを含み、水分は72-74%とされている。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。今回の BIA 測定では、生体に 500 μ A, 50 kHz の電流を流し、

抵抗を測定している。接触抵抗を少なくするために、4つの皮膚電極を用いている。簡便式によると、除脂肪量は $V=pL^2/R$ (p : 係数, L : コンパートメントの長さ, R : レジスタンス) で表される。

我々の使用している機種は、Valhalla 社製の bioresistance body composition analyzer 1990A である (図1)。実際の使用法は、被検者が非導性の面に、手足を体の他の部分につけないように、仰臥位となる。測定部位の脂肪をアルコールにて除き、右手首、右足背に 4 cm 以上離して2個ずつ計4つのアルミ電極を装着する (図2)。身長、体重、性のデータを入力後、50 Hz, 500 μ A の電流を通過させ、抵抗を計測する。BIA 法に用いる電流は身体の深部にまで一様な広がりを見せるという。内蔵コンピューターにより、抵抗値と入力した数値から自動的に体水分量、脂肪量、

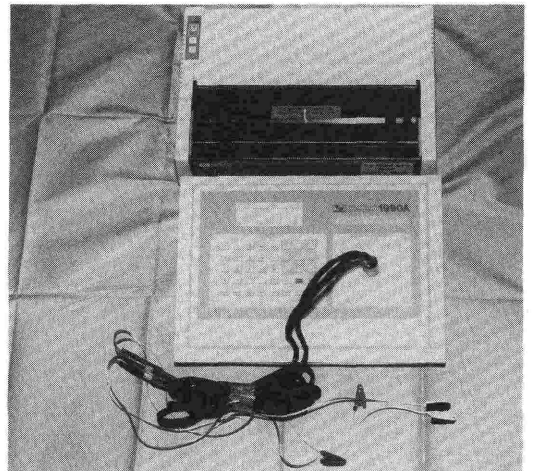


図1

*弘前大学医学部集中治療部

**弘前大学医学部麻酔科学教室

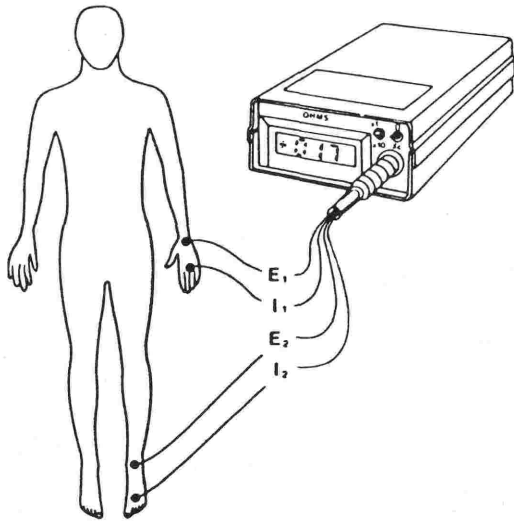


図 2

除脂肪量が検出される。本機種での体水分量の測定精度は16-50歳の男性で5.4%，同女性では4.7%と言う。また、目標体重や、基礎代謝率のプログラムも組み込まれている。

本法では、生体を均一の伝導体であると見なししており、一定の誤差は避けられない。しかし、体水分量の測定値は重水法との間で0.92の高い相関係数があるとされている³⁾。Valhalla社は測定前の避けるべき条件として、1) テスト前8時間以内の激しい運動、2) 熱や運動による水分消失。1.5-2.0 l/hr 以上、3) 水分摂取不足による脱水、4) 6時間以内の過度の食物摂取、5) 4時間以内の過度の水分摂取、6) 排泄後1時間以内、7) 48時間以内の過度のアルコール摂取、8) 72時間以内の急速減量、9) 生理中、10) 利尿剤服用、11) 過度の寒冷・暑さなどの周囲環境、12) 3時間以内のカフェインの摂取などをあげている。また癌患者や、浮腫・電解質異常の患者などでは、データは正確なものではなく、今後の研究を必要とするとしている。

しかし、近年、比較的急激な水分変動を伴う状態でも本 BIA が使用され、臨床的に興味ある報告がなされている。岡本ら⁴⁾は、食道癌手術後の患者の身体構成成分を BIA 法で測定し、手術侵

襲後のサードスペース変化の評価に有用としている。また、草間らは⁵⁾ 透析前後の患者に本法を適用し、体内水分量の変化は除水量と強い相関を示したとしている。水内ら⁶⁾は BIA 法を用い消化器外科術後患者で、運動負荷を行うと除脂肪体重が増加するとしている。石川ら⁷⁾は消化器癌患者の栄養評価を BIA 法で行い、他の栄養評価の指数と比較的よい相関を示したとしている。著者ら⁸⁾は、長時間麻酔例を短時間麻酔例に BIA 法を用いて比較し、長時間麻酔群での体水分量の有意な増加を報告している。

BIA 法による体構成成分の測定は、一般に術後推定されている変化を示し、本法は周術期の体内水分量評価にも有用と思われる。しかし、現在臨床の場で他の使用可能な方法がなく、比較検討はなされていない。本法は周術期の患者に対し、簡便に施行できるが、測定誤差などを含め、今後の検討が必要と思われる。

引用文献

- 1) Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW et al. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr* 41 : 810-817, 1985.
- 2) Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr* 46 : 537-556, 1987.
- 3) Kushner RH, Schoeller DA. Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr* 44 : 417-424, 1986.
- 4) 岡本和美, 新津頼一, 大浪優二ほか: Bioresistance 測定による third space の簡単な評価法. *外科と代謝・栄養* 22 : 338, 1989.
- 5) 草間昭夫, 松原要一, 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 : 339, 1989.
- 6) 水内 整, 滝口 進, 城谷典保ほか: 消化器外科における術後運動療法の検討—BIA から見た術後運動負荷の効果—. *外科と代謝・栄養* 24 : 349, 1990.
- 7) 石川雅一, 竹山広光, 谷口正哲ほか: Bioelectrical Impedance Analysis による栄養評価. *外科と代謝・栄養* 24 : 350, 1990.
- 8) 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, 1990.