

重症心身障害児（者）のBIA法による身体組成評価

岩瀬 弘明¹⁾、村田 伸²⁾、岡 優希³⁾、
松林 宏美³⁾、久保 温子⁴⁾

BIA-based body composition assessment for children/adults with severe motor and intellectual disabilities

Hiroaki IWASE¹⁾, Shin MURATA¹⁾, Yuki OKA²⁾,
Hiromi MATSUBAYASHI²⁾, Atsuko KUBO³⁾

Abstract

This study examined the relationship between body weight and body composition measurements by bioelectrical impedance analysis among children/adults with severe motor and intellectual disabilities and body composition evaluation by bioelectrical impedance method. For 37 participants' body composition was assessed using a multi-frequency bioelectrical impedance measurement device (InBody S10), and the association between each measurement value and the body weight as a clinically applied index of the nutritional status was examined through single correlation analysis. All components of the body composition (skeletal muscle mass, lean mass, and body fat mass) measured using BIA showed a significant correlation with the body weight, supporting the feasibility of BIA-based body composition assessment for children/adults with severe motor and intellectual disabilities. Furthermore, as multi-frequency bioelectrical impedance measurement devices also facilitate the calculation of the extracellular water/total body water (ECW/TBW) ratio and the evaluation of the cell structure and function (PA), which are difficult with body weight measurement, they may be useful to assess such children/adults.

Keywords : patients with severe motor and intellectual disabilities, bioelectrical impedance analysis, body composition

1) 神戸国際大学 リハビリテーション学部 〒658-0032 兵庫県神戸市東灘区向洋町中9丁目1-6

Faculty of Rehabilitation Science, Kobe International University

代表著者の通信先：岩瀬弘明、神戸国際大学リハビリテーション学部

Phone : 078-845-3322 E-mail : iwase@kobe-kiu.ac.jp

2) 京都橘大学 健康科学部理学療法学科 Faculty of Health Science, Kyoto Tachibana University

3) 佐賀整肢学園 からつ医療センター Karatsu Medical and welfare center for people with disabilities

4) 西九州大学 リハビリテーション学部 Faculty of Rehabilitation Science, Nishikyushu University

受付日：H29.10.30, 採択日：H30.6.22

I 緒言

児童福祉法では、重度の肢体不自由と重度の知的障害が重複した状態を重症心身障害といい、その状態にある子どもを重症心身障害児、さらに成人した人を含めて「重症心身障害児(者)：以下、重症児(者)」と定義している。重症児(者)と一口に言っても、各個人は複数の疾患を有しているため、その状態は多岐にわたる。

重症児(者)は健常者と比較して、発育、体格、体力、基礎代謝が大きく異なることが報告されている¹⁻⁵⁾。また、一般に重症児(者)は病態や病勢、重症度が異なるため、画一的な評価を行うことが難しい。このため、重症児(者)では簡便に計測できる体重を栄養状態の指標とすることが多い⁶⁾。しかし、重症児(者)では生活レベルや必要とする医療的ケアなどを加味する必要がある。

身体組成を評価する研究で、非侵襲かつ簡便に身体組成を測定できる生体電気インピーダンス法(Bioelectrical Impedance Analysis : BIA)を用いて栄養状態を評価する方法が普及している^{7,8)}。BIA法は、生体にごく微弱な電流を流し、低周波数の電流は細胞外のみ、高周波数の電流は細胞内と細胞外の両方に流れる原理から身体組成を算出するものであり、その妥当性も報告されている^{9,10)}。またBIA法は臨床において精度の高い身体組成の評価法として、欧州臨床栄養代謝学会(European Society of Clinical Nutrition and Metabolism : ESPEN)のガイドラインにも掲載されている¹¹⁾。

これらのことから、重症児(者)にBIA法を用いた身体組成評価が行えれば、体重を栄養状態の指標として捉えるよりも、さらに多くの情報が得られる可能性がある。そこで、本研究は重症児(者)を対象に、BIA法を用いて身体組成を評価し、体重との関連について検討することを目的とした。

II 方法

1. 研究デザイン

本研究の研究デザインは横断研究である。

2. 研究対象者

対象はA市の療養介護事業所・医療型障害児入所施設に入所する重症児(者)37名とし、BIA法による体成分分析が禁忌となるペースメーカー装着者は除外とした。また、測定で得られるインピーダンス値は、1kHz、5kHz、50kHz、250kHz、500kHz、1MHzの6種類の周波数を用いており、1kHzから順にインピーダンス値が小さくなっていない者は解析から除外した。その結果、37名の中にペースメーカー装着者はいなかった。また、測定で得られたインピーダンス値が除外基準に該当する者もいなかったため、37名全員

を解析対象者とした。

なお、本研究はヘルシンキ宣言及び臨床研究に関する倫理指針を遵守し、佐賀整肢学園からつ医療福祉センター施設サービス向上委員会の承諾を得た。対象者への倫理的配慮として、研究の趣旨と内容、研究への参加は自由意思であることを説明し、参加の同意を得た。なお、保護者には事前に測定の内容と内容を紙面で通知して協力を求め、理解を得たうえで研究を開始した。

3. 評価項目

カルテから対象者の年齢と性別の情報を収集した。体重は、身体組成を測定する前に精度等級3級のストレッチャースケールもしくは車椅子スケールを使用して計測した。解析には計測値から着衣量を引いた値を用いた。

身体組成の評価には、多周波インピーダンス測定機器(InBody S10 : InBody社)を用いた。InBody S10は8点接触型電極法であり、左右の手足に2個ずつの電極を装着し、6種類の広帯域周波数を用いて細胞内水分と細胞外水分に分けて測定できる。細胞内水分量と細胞外水分量、除脂肪体重や体脂肪率のほか、体タンパク質量や骨ミネラル量などの値も算出される。本研究では、骨格筋量、除脂肪量、体脂肪量、四肢の骨格筋量を身長²で除したSkeletal Muscle mass index (SMI)、体水分に対する細胞外水分の比を細胞外液量(Extra Cellular Water : ECW) / 体水分量(Total Body Water : TBW) (以下、ECW / TBW)、細胞および細胞膜の状態の指標としてPhase Angle (PA)を解析項目とした。なお、PA(ϕ)は50kHzの周波数から $\phi = \tan^{-1}(R^2 / Xc^2)$ で求めた(R : レジスタンス、Xc : リアクタンス)。なお、InBody測定に際し、測定は可能な限り午前中に行い、午後に測定を行った者は食後2時間以上経過していることを確認して測定を実施した。

研究対象者の粗大運動能力分類システム(Gross Motor Function Classification System : GMFCS)は、担当の理学療法士もしくは作業療法士が評価した¹²⁾。

統計解析は、臨床で簡便な栄養状態の評価として用いられている体重とBIA法で測定した骨格筋量、除脂肪量、体脂肪量、SMI、ECW / TCW、PAとの関係について、ピアソンの積率相関係数を用いて検討した。なお、統計解析にはIBM社製SPSS version 24 for Windows (IBM社)を用い、有意水準を5%とした。

III 結果

研究対象者の属性を表1に示す。対象者平均年齢は43.7歳であり、Body Mass Index (BMI)は16.5kg/m²であった。対象者のGMFCSはレベルIIが3名、レベルIIIが11名、レベルIVが4名、レベルVが16名であっ

た。疾患の内訳は脳性麻痺が13名と最も多く、続いて年齢依存性てんかん性脳症が7名、ダウン症が3名、先天性脳奇形症候群と脊髄小脳変性症が各2名、結節性硬化症、ミトコンドリア脳筋症、レット症候群、Sturge-

Weber症候群、先天性小頭症、サイトメガロウイルス感染症、インフルエンザ脳症は各1名であった。原因不明の脳原性疾患は2名であった。

表1. 対象者の属性

	全体(n=37)	男性(n=22)	女性(n=15)
年齢 [歳]	43.7 ± 16.1	40.7 ± 16.0	48.0 ± 15.8
BMI [kg/m ²]	16.5 ± 3.1	16.1 ± 3.5	17.1 ± 2.6
骨格筋量 [kg]	13.0 ± 4.8	14.5 ± 5.0	10.7 ± 3.4
除脂肪量 [kg]	25.5 ± 7.8	28.1 ± 8.2	21.6 ± 5.3
脂肪量 [kg]	11.9 ± 6.7	9.5 ± 6.2	15.3 ± 6.0
SMI [kg/m ²]	5.0 ± 1.4	5.4 ± 1.4	4.5 ± 1.2
ECW/TBW	0.4 ± 0.4	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1
PA [°]	5.5 ± 2.6	5.7 ± 3.1	5.3 ± 1.7
GMFCS[人数, 名]			
レベルⅡ	3	1	2
レベルⅢ	11	5	6
レベルⅣ	7	6	1
レベルⅤ	16	10	6
疾患名 [人数, 名]			
脳性麻痺	13	9	4
年齢依存性てんかん性脳症	7	4	3
ダウン症候群	3	1	2
先天性脳奇形症候群	2	1	1
脊髄小脳変性症	2	2	—
結節性硬化症	1	1	—
Klinefelter病	1	1	—
ミトコンドリア脳筋症	1	—	1
レット症候群	1	—	1
Sturge-Weber症候群	1	—	1
先天性小頭症	1	—	1
サイトメガロウイルス感染症	1	1	—
インフルエンザ脳症	1	1	—
原因不明の脳原性疾患	2	1	1

BMI: Body Mass Index

SMI: Skeletal Mass Index

ECW: Extracellular Water

TBW: Total Body Water

PA: Phase Angle

表2. 単相関分析の結果

	体重	骨格筋量	除脂肪量	体脂肪量	SMI	ECW/TBW
骨格筋量	0.61**					
除脂肪量	0.65**	0.99**				
体脂肪量	0.46**	-0.41*	-0.37*			
SMI	0.46**	0.78**	.070**	-0.25		
ECW/TBW	0.12	-0.37*	-0.22	0.41*	-0.62**	
PA	-0.19	0.07	-0.05	-0.17	0.48**	-0.75**

**p<0.01

*p<0.05

体重と各身体組成値との関係については、体重と骨格筋量 ($r=0.65$, $p<0.01$)、除脂肪量 ($r=0.61$, $p<0.01$)、体脂肪量 ($r=0.46$, $p<0.05$)、SMI ($r=0.46$, $p<0.05$) との間に有意な相関が認められた。一方、体重とECW/TCW、PAとの間には有意な相関は認められなかった(表2)。

IV 考察

本研究は、重症心身障害児(者)におけるBIA法を用いた身体組成評価指標と体重との関連について検討した。本対象者のBMIは $16.5 \pm 3.1 \text{ kg/m}^2$ であり、日本肥満学会の肥満症診断基準に照らし合わせると「低体重」の判定であった¹³⁾。また、本研究では、筋肉量の指標としてSMIを用いており、対象者のSMIは男性 $5.4 \pm 1.4 \text{ kg/m}^2$ 、女性 $4.5 \pm 1.2 \text{ kg/m}^2$ であった。Asia Working Group for Sarcopenia (AWGS)は、BIA法を用いた場合、健康な18~40歳SMIの2標準偏差未満である男性 7.0 kg/m^2 、女性 5.7 kg/m^2 のCut-off値未満を骨格筋量減少と定義している¹⁴⁾。本研究対象者のSMIは、AWGS診断基準値より低いことから、男女ともに四肢の骨格筋量の減少が顕著であり、サルコペニアと診断される対象者が多く含まれている可能性が強く示唆された。

多周波インピーダンス測定機器で測定した骨格筋量と除脂肪量、体脂肪量、SMIと体重に有意な相関が認められた。一方、ECW/TBW、PAとの間には有意な相関が認められなかった。

骨格筋は体重の40-50%を占める人体のなかで最大の器官である。骨格筋は運動により増加させることができ、不活動や低栄養、疾病などで減少する。本結果より、多周波インピーダンス測定機器で測定した骨格筋量および除脂肪量、体脂肪量、SMIは体重と有意な相関を認めており、本対象者の体格と骨格筋量の状態が反映されて

いると推察した。

重症患者を対象としたLeeらの報告では、ECW/TCWは血清アルブミン値、ヘモグロビン値と有意な負の相関を示しており、重症で低栄養な患者ではECWの割合が増すことを示唆している¹⁵⁾。このことは、栄養障害による細胞膜の構造的変化に伴い、細胞内から細胞外へ水分が移行することを表しており、予後予測の有用な指標としても報告されている¹⁵⁾。これらのことから、ECW/TCWは細胞内水分量と細胞外水分量の移行を捉えており、体内水分量の変化を捉える指標ではないことから、体重と有意な相関が認められなかったと推察した。

また、体重とPAとの間にも有意な相関が認められなかった。BIA法で計測するPAは細胞膜を通過する際の電気信号変化の値であり、PAは細胞または細胞膜の状態と関係が深い。消耗性疾患の患者における栄養状態は生存率と密接に関係し、PAは身体計測・体成分分析・血液栄養指標と比較してもより強い生存予測因子になることが報告されている¹⁶⁾。また、がん患者における体重減少は死亡率と密接に関係するが、PAは栄養不良による体重減少よりも敏感に反応し、悪液質が現れる前に発生するPAの変化を通じて体重減少より敏感に生存予測が可能である。これらのことから、PAは栄養指標としての活用度が高く、人体に微弱電流を流して抵抗値を直接測定するため、身長や体重の影響を受けない利点がある。本対象者のPAは $5.5 \pm 2.6^\circ$ であり、先行研究で報告されているアジア人の平均値($PA 6.6 \pm 1.1^\circ$)よりも低かった¹⁶⁾。本対象者のPAが低い原因については、疾病の影響により細胞質量が減少し、細胞膜の構造および機能低下によってPAが低くなったと推察される。

これらのことから、BIA法による身体組成評価は重症心身障害児(者)の体格や骨格筋量の状態を反映している可能性が示された。また、多周波インピーダンス測定機

器を使用することで、体重計測では分からないECW/TBWやPAについても評価できることから、重症児(者)の評価法として有益であると考えられる。BIA法は非侵襲的かつ簡便で測定時間も短いことから、今後、さらなる臨床応用が期待される。

なお、本研究は横断研究である。また、先行研究で報告されているECW/TCWと血清ヘモグロビン値やヘマトクリット値との関連については検討できていない¹³⁾。今後は、生化学検査や臨床検査、食事の摂取状況を含め、総合的な栄養状態と身体組成の変化について縦断的な検討が必要である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご協力頂いた対象者の皆様、調査に尽力頂いた佐賀整肢学園からつ医療センター職員の皆様、および研究補助としてお手伝いいただいた西九州大学リハビリテーション学部 リハビリテーション学科 理学療法専攻の学生諸君に心から感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 高橋徹三, 中島晋, 浅野勝己, 他: 重症心身障害児の体格と基礎代謝量 - 某施設における調査 -. 栄養学雑誌, 1984; 42 (5): 281-287.
- 2) 横山泰行: 測定知能水準からみた精神遅滞児の体格. 心理学研究, 1984; 6: 370-373.
- 3) Shindo M, Kumagai S, Tanaka H: Physical work capacity and effect of endurance training in visually handicapped boys and young male adults. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1987; 56 (5): 501-507.
- 4) 尻幸吉, 山田慎三, 永田由美子: 重症心身障害者のエネルギー代謝および栄養摂取について. 労働科学, 1981; 57 (3): 101-111.
- 5) 大島寿美子, 太田富貴雄, 鈴木慎次郎・他: 重症心身障害児の基礎代謝およびカロリー所要量. 栄養学雑誌, 1973; 31: 19-25.
- 6) 木原健二, 河崎洋子, 今西宏之, 他: 重症心身障害児(者)の身長測定における検者内・検者間信頼性の検討. 脳と発達, 2013; 45: 349-353.
- 7) 西岡心大: 回復期リハビリテーション病棟におけるbioelectrical impedance analysis (BIA) 法を用いた体組成分析の有用性とピットフォール. 臨床栄養, 2016; 128 (2): 198-204.
- 8) 堤理恵, 大藤純, 福永佳容子, 他: 重症患者における体組成評価の有用性とその限界. 日本静脈経腸栄養学会雑誌, 2016; 31 (3): 803-806.
- 9) 金憲経, 田中喜代次, 中西とも子, 他: 高齢者の身体組成を評価する多周波数インピーダンス法. 筑波大学体育科学系紀要, 1999; 22: 55-62.
- 10) 田中喜代次, 金憲経: 生体電気インピーダンス (BI) 法とその応用. 臨床検査, 1998; 42 (9): 1055-1058.
- 11) Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al.: Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. Clin Nutr. 2004; 23 (5): 1226-1243.
- 12) Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, et al.: Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 1997; 39 (4): 214-223.
- 13) 日本肥満学会肥満症診断基準検討委員会: 肥満症診断基準2011. 肥満研究17 (臨時増刊号), 2011.
- 14) Chen LK, Liu LK, Woo J, et al.: Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. J Am Med Dir Assoc. 2014; 15 (2): 95-101.
- 15) Yoojin Lee, Oran Kwon, Cheung Soo Shin, et al.: Use of Bioelectrical Impedance Analysis for the Assessment of Nutritional Status in Critically Ill Patients. Clin Nutr Res. 2015; 4 (1): 32-40.
- 16) Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Wang J, et al.: Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. Am J Clin Nutr. 2005; 82 (1): 49-52.