

上肢細胞内外水分比の検討

- バイオインピーダンス法による測定 -

作田裕美¹、佐藤美幸²、坂口桃子¹、宮腰由紀子³、片岡 健³、中嶋美和子⁴、田代亮祐⁵、新井 龍⁶

¹ 基礎看護学講座 ² 山口大学医学部保健学科 ³ 広島大学医学部保健学科

⁴ 川崎市立川崎病院 ⁵ 福岡大学大学院薬学研究科 ⁶ 日本医科大学附属病院

要旨

本研究は、多周波数生体インピーダンス測定装置 Model 4000C を用いて、乳癌術後リンパ浮腫患者群とほぼ同じ年代の対象 (n=45) における上肢細胞内外水分比 (上肢 I/E) の標準値を設定することを目的に、体内水分量と上肢水分量を測定した。その結果、以下の結論を得た。全身 I/E と上肢 I/E には差が認められた。左右の上肢 I/E に差は認められず、両上肢の I/E は同様であることが示唆された。また、上肢 I/E は 1.30~1.34 であった。以上の結果より、一般には、全身と上肢の I/E に差があること、上肢 I/E は 1.30~1.34 を基準とでき、上肢の I/E には左右差がないことが明らかとなった。導き得た標準基準値を用い、乳癌術後リンパ浮腫患者の上肢 I/E を検証するための基礎資料を得ることができた。

キーワード: 細胞内外水分比, バイオインピーダンス法, Model 4000C

緒言

生体インピーダンス (BIS) 法による身体組成評価は、装置が簡便であり、健康者のみならず、疾病を持つ対象を含めた広範囲の対象者に利用可能であることが利点としてあげられる。その多くは、栄養評価として体脂肪率の評価に用いられている¹⁻³⁾。近年、医療の現場においても、慢性腎不全患者の血液透析時の水分管理^{4,5)}や重症患者の体液管理^{6,7)}など広く研究が進められている。しかし、リンパ浮腫患者への応用研究は未だされていない。しかしながら、被験者への負担の軽さ、看護者でも使用可能な機器の特性を考慮すると、今後、臨床看護への応用の可能性が大いに期待できる。

BIS 法を用いる際の留意点として、使用する機器によって、インピーダンス値からそれぞれの実数値を算出する推定式に若干の差があり、そのため、推定式により誤差を生じる可能性があること、著しく体型が偏っている者、小児など若年者については、誤差を生じることが指摘されている^{5,8)}。そのため、使用機器毎に標準値を導き出しおく必要がある。よって、乳癌術後リンパ浮腫患者の上肢細胞内外水分比に関する研究で用いようとする、Model 4000C (XITRON Technologies USA) についての標準値の設定についての検討を行った。

目的

生体インピーダンス測定装置を用いて体内水分量を測定するにあたり、インピーダンス値から算出値を推定する推定式に機器間で差があり、機器毎に若干の差が生じ

る可能性がある。Model 4000C についても測定データの標準値を設定しておく必要があるため、Model 4000C を用いて、対象患者群とほぼ同じ年代の対象における標準値を設定することを目的とした。

操作的用語の定義

体内水分量: 体内における水分量の総称

%ECF: 細胞外水分率; 細胞外水分量の対象者の体重に占める割合

%ICF: 細胞内水分率; 細胞内水分量の対象者の体重に占める割合

%TBF: 総水分率; 総水分量 (細胞外水分量 + 細胞内水分量) の対象者の体重に占める割合

%FAT: 体脂肪率; $\{(\text{対象者の体重} - \text{除脂肪量}) / \text{体重} \} \times 100$ で求める

I/E: 細胞内外水分比 (細胞内水分量 / 細胞外水分量)

ECF: 細胞外水分量

ICF: 細胞内水分量

方法

1. 対象

研究の趣旨について説明し、書面で参加の同意が得られた乳癌の既往がない健康な女性を被験者とした。なお、40歳未満の者、左利きの者、内分泌系・循環器系に疾患を持つ者、腎機能、肝機能、TG、T-choI 値の血液データが基準値から逸脱した者⁹⁾、利尿薬を服用している者、糖尿病で治療中の者、カルバマゼピン¹⁰⁾、

リチウム^{10,11)}を服用中の者を除外した。

測定には Model 4000 C を用い、測定期間は平成 16 年 11 月～同年 12 月とした。

2. 測定手順

BIS 測定は 4 電極法を用いた。全身水分量の測定には、先行研究の動向など^{7,8,12)}から、右半身を使用することとし、右手関節と同側の足関節との間のインピーダンス値を測定した。右手背第 3 中手骨中央と右足背第 2 中足骨中央の電極より通電し、手関節（橈骨および尺骨の茎状突起間）と足関節（外顆 - 内顆間）における電位差を検出し、自動解析されたデータを記録した。測定前にあらかじめ排尿・排便を済ませておき、身につけている貴金属類は外し、靴下、ストッキング等は外した（図 1）。

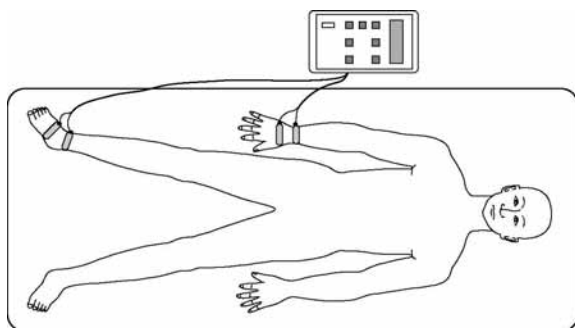


図1 測定中の姿勢と電極貼付位置(全身)

また、両上肢では、上肢内側の手関節（橈骨および尺骨の茎状突起間）と、手関節から 35cm 離れた上腕骨部分における電位差を検出し、自動解析されたデータを記録した（図 2）。

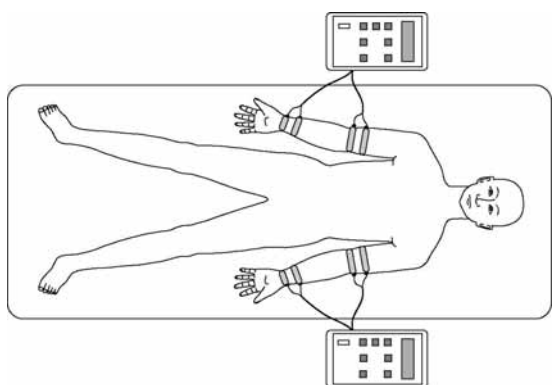


図2 測定中の姿勢と電極貼付位置(上肢)

被験者はベッドの上に仰臥位となり、両上肢は体幹から離し大腿を約 30° 程度開いた状態とした。電極の貼付部位を 50%イソプロピルアルコールで清拭後、電極を貼付し、装着 1～3 分後に測定を開始した。

分析については、データとして得られた除脂肪組織量（Fat Free Mass ; FFM）から脂肪組織量（Fat Mass ; FAT）を算出し、総水分量（Total Body Fluid ; TBF）、細胞内水分量（Intracellular Fluid ; ICF）、細胞外水分量（Extracellular Fluid ; ECF）の 4 項目について対象者間で比較するために、各々の被験者の体重に占める割合を算出し、体脂肪率（%FAT）、総水分率（%TBF）、細胞内水分率（%ICF）、細胞外水分率（%ECF）とした。また、細胞内外水分量の比として、I/E を算出した。なお、両上肢については、上肢の重量が不明瞭のため、重量に占める割合を算出することなく、データとして得られた細胞内水分量、細胞外水分量、細胞内外水分比を用いた。

BIS 測定は、食事の影響と精神的な安定を考慮し、午前 10 時から 11 時前後の間に測定した。

プレテストとして、一般女性 3 名に対し、1 回目の測定から 60 分後に 2 回目の測定をして比較した結果、1 回目の測定値と 2 回目の測定値は変化がみられなかったため、1 回の測定に限定した。この結果は、データの信頼性を検証した先行研究¹³⁾と一致した。

3. 倫理的配慮

測定開始前に、研究目的・方法・意義・守秘義務・研究協力への任意性、および中断の自由・結果の公表について、文書を用いて口頭で説明し、研究協力への承諾を得た。また、研究開始前に、広島大学大学院保健学研究科看護開発科学講座倫理委員会において審査を受け承認を得た。

4. 結果の分析

全身の I/E と上肢の I/E、左右上肢 I/E の検討には対応のある t 検定をおこなった。

統計解析ソフトは、SPSS(Ver.13.0J.Windows)を用い、有意水準は 5%とした。

結果

研究の対象者45名の年齢は 54.2 ± 6.95 歳 (Mean \pm SD、以下同じ)、BMIは 22.9 ± 1.11 であった。
対象者の体内水分割合を表1に示した。

表1 被験者の体内水分割合

Mean \pm SD		
全身	%ECF	24.03 ± 1.807
	%ICF	33.93 ± 2.824
	%TBF	57.96 ± 3.588
	%FAT	21.46 ± 4.865
	I/E	1.42 ± 0.153
右上肢	ECF	0.21 ± 0.034
	ICF	0.28 ± 0.055
	I/E	1.34 ± 0.114
左上肢	ECF	0.21 ± 0.036
	ICF	0.27 ± 0.047
	I/E	1.30 ± 0.123

n = 45
* p < 0.05, ** p < 0.001

全身の I/E は上肢の I/E よりも有意に高い値を示した (全身 I/E と右上肢 I/E : $t = 2.603$, $df = 44$, $p < 0.05$ ・全身 I/E と左上肢 I/E : $t = 4.089$, $df = 44$, $p < 0.001$)。

また、上肢 I/E は左右とも約 1.30 であり、左右上肢での比較においては、差が認められなかった ($t = 1.770$, $df = 44$, $p = 0.084$)。

考察

肥満者においては、体重に対する体内水分量が減少するため、%TBF は少なくなるとの報告¹⁴⁾があるため、本研究の対象において肥満傾向がみられなかったことは基礎資料を得る目的に適していたと考える。

細胞内、細胞外水分の比率 (I/E) は、従来 %ICF : %ECF = 40% : 20% = 2 : 1 (=2) であるといわれる¹⁵⁾が、本研究では %ICF において一般にいわれている 40% を若干下回り、逆に %ECF においては、20% を若干上回る結果となった。同じ機器を用いた先行研究では、%ICF : %ECF = 1 : 1 に近くなる¹⁶⁾、または、I/E は 1.15 である⁶⁾と報告されており、海外では I/E は 1.24¹⁷⁾、1.31¹⁴⁾との報告がされている。これらは、年齢、体脂肪率が若干本研究とは異なるが、本研究結果と近似している。

本研究に用いた Model 4000C に関しては、そのままの値を他のメーカーによる機種との比較対照として用いることには慎重を要するが、Model 4000C を用いて測定した結果で比較検討することは、問題を生じないと考える。

健康な女性の全身の I/E と右上肢の I/E との比較において (全身 I/E と右上肢 I/E : $t = 2.603$, $df = 44$, $p < 0.05$)

また、全身の I/E と左上肢の I/E との比較において (全身 I/E と左上肢 I/E : $t = 4.089$, $df = 44$, $p < 0.001$) 上肢 I/E は全身に比べ有意に小さかった。このことは、解剖学的な人体器官の配置上、説明できる結果となった。

上肢 I/E の左右での比較においては、両上肢に差は認められず ($t = 1.770$, $df = 44$, $p = 0.084$) 左右上肢の細胞内外水分比は等しいことが示唆された。

リンパ浮腫は、リンパの輸送障害に組織間質内の細胞性蛋白処理能力不全が加わって、高蛋白性間質液が貯留した結果起きる臓器や組織の腫脹¹⁸⁻²⁰⁾であることから、リンパ浮腫部位の I/E は少値を示すと推測できる。しかし、上肢の I/E について先行研究がなく、比較検討する資料がないために、どの程度少値を示すのか明らかにされてこなかった。今回基準値を明らかとし、かつ、左右差がないことを明確にしたことは、今後のリンパ浮腫患者の評価のための基礎資料とすることが出来る有意義な結果を見出せたと考えられる。

結論

乳癌術後リンパ浮腫患者の上肢 I/E を検証するために、BIS 測定法によって健康な女性の I/E を分析し、以下の結論を得た。

1. 全身 I/E と上肢 I/E には差が認められた。
2. 左右の上肢 I/E に差は認められなかった。両上肢の I/E は同様であることが示唆された。また、上肢 I/E は 1.30 を基準とできる。

以上の結果より、一般には、全身と上肢の I/E に差があること、上肢 I/E は 1.30 を基準とでき、上肢の I/E には左右差がないことが明らかとなった。したがって、乳癌術後リンパ浮腫患者の上肢 I/E を検証するための基礎資料を得ることができ、乳癌術後リンパ浮腫患者の早期発見に役立てることができると考えられる。

文献一覧

- 1) 田中喜代次, 奥野淳, 藤本誉博 他: 多周波インピーダンス法による身体組成評価の有用性 - DEXA 法および体水分法との比較から - . 肥満研究, 6(1), 68-75, 2000 .
- 2) 田中喜代次, 稲垣敦, 松浦義行 他: 身体組成評価におけるインピーダンス法の妥当性と客観性の検討. 臨床スポーツ医学, 7(8), 939-941, 1990 .
- 3) 中塘二三生, 田中喜代次, 金炫秀 他: Bioelectrical Impedance Analysis による身体組成推定値の再現性と個人内変動. 臨床スポーツ医学, 8(1), 57-63, 1991 .
- 4) 丸山圭史: 生体インピーダンス法による体組成の測

- 定 - 第2報; 血液透析患者に関する検討 - . 京府医大誌, 102(9), 1035-1053, 1993 .
- 5) 山本貴志子: 多周波インピーダンス法による身体組成評価とその臨床応用 - 体脂肪と体内水分についての検討 - 平成 13 年度広島大学大学院博士論文, 2003 .
- 6) 網谷健一, 田中啓治, 東海林智子 他: バイオ・インピーダンス・スペクトラム法を用いた健康人, 慢性透析および心不全患者における細胞内・外水分量の測定 . 薬理と臨床, 7(8), 1335-1338, 1997 .
- 7) 鈴木宏昌, 古川淳子, 長谷部正晴, 他: 重症患者の bioelectrical impedance spectrum analysis(BISA) . 日本救急医学会誌, 7, 709-719, 1996 .
- 8) 金憲経, 田中喜久次, 中西とも子 他: 高齢者の身体組成を評価する多周波インピーダンス法 . 筑波大学体育科学系紀要, 22, 55-62, 1992 .
- 9) 高久史磨(監): 臨床検査データブック 1999-2000 . 医学書院, 東京, 2000 .
- 10) Leon J, Dadvand M, Canusu C, et al: Polydipsia and water intoxication in a long-term Psychiatric Hospital . Society of Biological Psychiatry, 40, 28-34, 1996 .
- 11) 須藤章, 須貝研司, 宮本健 他: カルバマゼピン服用者の低ナトリウム血症について . 日本小児科学会雑誌, 105, 755-762, 2001 .
- 12) 中塘二三生, 田中喜代次, 渡辺一志 他: Bioelectrical Impedance analysis による身体組成の評価 測定肢の違いによる影響 . 体力科学, 40, 93-101, 1991 .
- 13) 佐藤美幸: 統合失調症患者における体内水分量に関する研究 生体インピーダンス法を用いた病的多飲水についての検討 . 平成 17 年度広島大学大学院博士論文, 2005 .
- 14) Van Loan MD, Withers P, Matthie J, et al: Use of bioimpedance spectroscopy to determine extracellular fluid, intracellular fluid, total body water and fat-free mass . Ellis KJ and Eastman JD (eds.): Human body composition, New York: Pleum Press; 1993 . p.67-70 .
- 15) 飯田喜俊: 図解 水と電解質 . 5-8, 中外医学社, 東京, 1989 .
- 16) 堤葉子, 長谷川翠, 山本明秀 他: 体重と体内水分および脂質代謝に関する研究 第1報 BIS 法による体重の減量・増量時の変動について . 日本体育大学体育研究所雑誌, 23, 117-127, 1998 .
- 17) Loan MD, Mayclin PL: Use of multi-frequency bioelectrical impedance analysis for the estimation of extracellular fluid . Eur J Clin Nutr, 46, 117-124, 1992 .
- 18) 大橋重信: リンパ浮腫の治療と長期予後 . 外科, 46, 27, 1984 .
- 19) 田辺達三: リンパ浮腫 . 日本臨床, 51(増刊), 1096-1100, 1993 .
- 20) 片山一朗: 局所性浮腫の鑑別 . 診断と治療, 90, 694-697, 2002 .

Examination of the arms cell inside and outside water ratio - Measurement by bioimpedance method -

Hiromi Sakuda ¹, Miyuki Satou ², Momoko Sakaguchi ¹, Yukiko Miyakoshi ³
Tsuyoshi Kataoka ³, Miwako Nakashima ⁴, Ryouyusuke Tashiro ⁵, Ryou Arai ⁶

1)Shiga University of Medical Science , 2) Faculty of health Sciences Yamaguchi University School of Medicine

3) Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine , 4) Kawasaki Municipal Hospital

5) Fukuoka University of Faculty of Pharmaceutical Sciences , 6) Nippon Medical School Hospital

Abstract

Back ground: The ratio of water volume inside and outside the arm cells(I/E ratio) is known to be a potential predictor of lymphatic edema in post-surgery patients of breast cancer. However, no standard level of I/E ratio has been established yet.

Aim: To estimate a standard level of I/E ratio of arm among general Japanese women without breast cancer.

Method: Participants of this study were women(n=45) aged 40 years or above (mean±standard deviation:54.2±7.0 years) without breast cancer or lymphatic edema. I/E ratio of both arms and whole body were measured using Model 4000C(XITRON Technologies USA). Statistical analyses were performed with paired t-test for the comparison of I/E ratio between arms and whole body and those between right and left arms.

Result: I/E ratio of whole body was significantly higher than right arm ($P<0.05$) and left arm ($P<0.001$). I/E ratios of right and left arms (mean±standard deviation) were 1.34 ± 0.114 and 1.30 ± 0.123 , respectively. There was no significant difference between I/E ratio of right and left arms.

Conclusion: The standard level of arm I/E ratio among general Japanese women without breast cancer was 1.30. There was no significant difference in I/E ratio between right and left arms.

Key words: The cell inside and outside water ratio , Bioimpedance method , Model 4000C