

生体電気インピーダンス法を用いた体組成計の測定値に及ぼす室温の影響

ガラシア病院 リハビリテーション科

大裕 久也・宮崎 武・早川 亮・野谷 優

ガラシア病院 整形外科

天野 大・早石 泰久・藤井 昌一

大阪大学大学院医学系研究科 器官制御外科学 (整形外科)

金本 隆司・中村 憲正・中田 研・橋本 淳

はじめに

体組成の測定方法として水中体重秤量法¹⁾、空気置換法、二重X線吸収法や生体電気インピーダンス法 (Bio-electrical Impedance Analysis : BI法)^{2) ~ 6)} などがある。なかでも、BI法は安全性が高く、携帯しやすく、測定に技術と時間を要さず、簡便に測定できる利点がある。そのためBI法を用いた体組成計は臨床やフィットネスの領域に普及し、最近では体重計と一体になった機器が家庭でも多く使われている。当院においてもスポーツ選手等の術後筋力トレーニングの効果判定に、BI法を用いた体組成計を導入することになった。

しかし、福山ら⁷⁾の先行研究によると、室温の違いによって皮膚温は変化しBI値と体脂肪率も変化すると報告されている。

そこで今回我々は、測定機器を臨床で使用するにあたり、①機器の測定精度、②検者内再現性、③検者間再現性、④室温の違いが測定値に及ぼす影響を調査し検討した。

対 象

検討①について健常女性5名を対象とした。検討②③について健常成人10名 (男性4名女性6名) を対象とした。検討④について健常成人12名 (男性8名女性4名) を対象とした。各検討における対象者の身体的特徴を表1に示す。

方 法

すべての検討で、体組成の測定はPhysion MD (Physion社製) を用いた。電極はマニュアルに基づき、上肢は第2・第3中手骨間背側と橈尺骨茎状突起背側中心部および腕橈

表1. 対象者の身体的特徴

	検討① 健常女性5名	検討②③ 健常成人10名 男性4名 女性6名	検討④ 健常成人12名 男性8名 女性4名
年齢 (歳)	—	32.0 ± 6.8	32.0 ± 7.2
男性	—	35.5 ± 5.0	33.3 ± 7.0
女性	28.4 ± 7.2	29.7 ± 7.1	29.5 ± 7.8
身長 (cm)	—	162.8 ± 8.0	164.5 ± 6.3
男性	—	169.6 ± 1.8	166.4 ± 5.8
女性	160.3 ± 5.6	158.3 ± 7.1	160.8 ± 6.4
体重 (kg)	—	56.7 ± 13.6	60.0 ± 11.8
男性	—	63.5 ± 8.0	62.3 ± 7.9
女性	53.3 ± 14.9	52.1 ± 15.2	55.5 ± 18.0
BMI (kg/m ²)	—	21.3 ± 4.6	22.1 ± 4.2
男性	—	22.0 ± 2.3	22.5 ± 2.5
女性	20.7 ± 6.5	20.8 ± 5.8	21.5 ± 7.1

関節裂隙上、下肢は第2・第3中足骨間背側と内外果前額面上中心部および腓骨小頭近位部の関節裂隙上に貼付し、BI値を測定した。各検討は以下の手順で行った。

検討①

測定条件は、室温26℃、相対湿度60%および測定時刻を統一した。毎回トイレを直前に済まし、測定の前より飲食を禁止した。測定ごとに電極は貼り替えず、各測定間に5分間の安静臥床をはさみ3回測定した。部位ごとに測定3回の級内相関係数 (Intraclass Correlation Coefficient : ICC) を求めた。

検討②

測定条件は、検討①と同条件とし、期間中は特別なトレーニングを禁止した。測定ごとに電極を貼り替え、5分間の安静臥床をはさみ3回測定し、検者内のICCを求めた。

検討③

測定条件は、検討②と同条件とし、測定ごとに電極を貼り替え、被験者1名に対し3名の検者が日を変えて測定した。一度に連続3回測定し、平均値を各検者の値として、部位ごとに検者間のICCを求めた。

検討④

室温21℃、相対湿度35%の部屋で30分過ごしたのち、電極を貼付し測定した。その後電極は張り替えず、室温34℃、相対湿度35%の部屋で30分過ごしたのち再度測定した。測定は同一検者が実施し、測定したBI値より体組成データに変換した。統計処理は対応のあるt検定を実施した。

結果

検討①の機器の測定精度について四肢のすべてでICCは $r = 0.99$ であり優秀であった(図1)。検討②の検者内再現性は各検者ともに四肢のすべてでICCは $r = 0.99$ であり優秀であった(図2)。検討③の検者間再現性は四肢のすべてでICCは $r = 0.94$ 以上あり優秀であった(図3)。図には左側の結果のみ示すが右側も同様の結果であった。

検討④の室温の違いが測定値に及ぼす影響は、21℃か



図1. 検討① 3回の測定値とICC

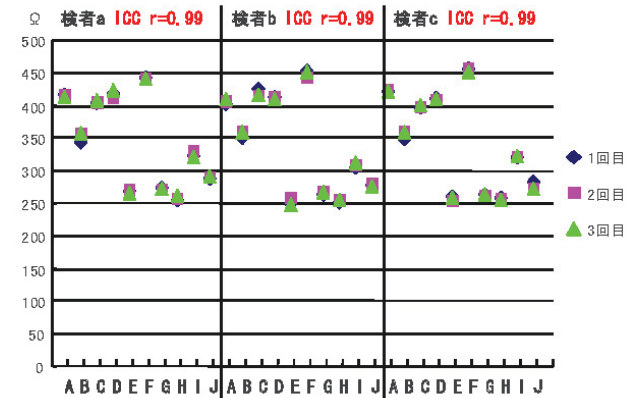


図2. 検討② 各検者の3回の測定値とICC

ら34℃への変化にて、BI値の平均は上肢で7%、下肢で4%有意に低下していた(図4)。算出した体組成値としては、全身脂肪量で7%低く、全身筋量で3%高く有意な変化として算出された。部位別筋量では上肢7%、下肢2%有意に高く算出された(図5)。

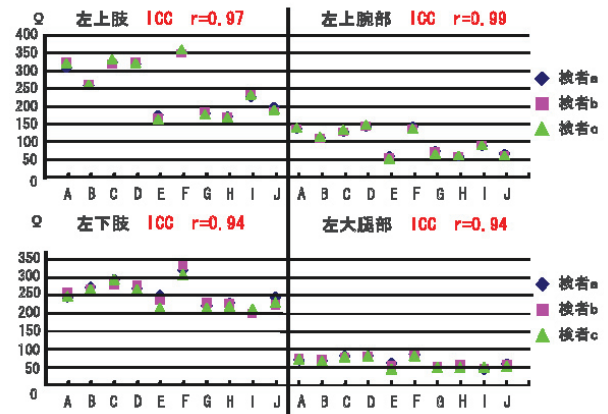


図3. 検討③ 部位ごとの平均値とICC

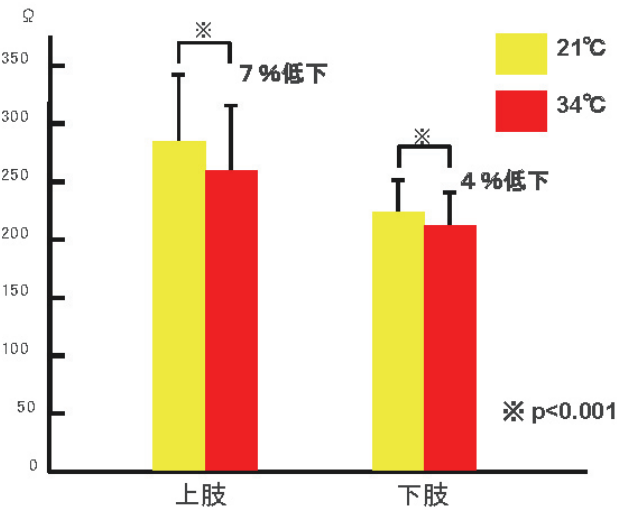


図4. 検討④ 各室温でのBI値

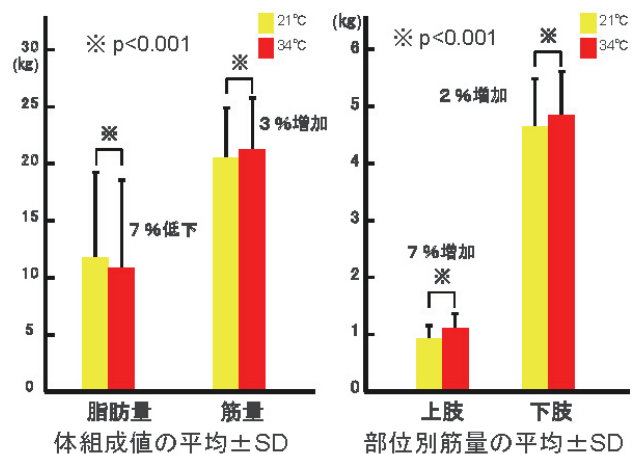


図5. 検討④ 体組成値と部位別筋量の平均

検討①②③のいずれにおいても、ICCは $r = 0.9$ 以上あり機器の精度や検査の再現性は優秀であった。機器の精度に比べ、検者間のICCがわずかに低かった理由は、検者間による電極の貼り付け部位のわずかな違いや、電気伝導度とインピーダンスは体水分量および分布の変動の影響を受ける⁶⁾とされていることから、測定日の違いによる被験者の体水分量の違いによるものと考えられる。

検討④に関しては、環境温が上昇すれば放散熱量が減少して体温は上昇する⁸⁾とされている。そして、インピーダンスは体温上昇時に減少し、体温低下時に増加する⁶⁾とされている。これらのことより、34℃の高温環境がBI値を低下させた要因の一つと考えられる。その他の要因としては、環境温上昇によって皮膚血管が拡張することにより、体表面の血流量の変化が体水分の分布に変化をもたらしたことや、発汗による皮膚の湿潤が影響した事が考えられる。体組成値は測定したBI値を元に算出されている。このため佐藤⁵⁾は、実際の体組成は変動しないが、室温差によってBI値そのものが変動するため、体組成値も変動すると述べており、我々の研究でも同様の結果となった。この変動により、室温が高いと算出される体組成値として、脂肪量は減少し、筋量は増加することが明らかとなった。

以上より、統一した環境条件下では精度や再現性は優秀であるが、室温差によって測定されるBI値は変動する。よって、Physion MDの測定値の再現性や精度の管理には、測定時の室温を一定に保つことが非常に重要であることが示唆された。

1. Physion MDの機器の精度と検者内および検者間の再現性は優秀であった。
2. 21℃と34℃の室温差によってBI値は変動した。
3. 室温が高いと脂肪量は低く、筋量は高く算出された。
4. BI法による測定は、室温を一定にすることが重要である。

参考文献

- 1) Garrow J S, Stalley S, Diethelm R, et al. A new method for measuring the body density of obese adults. *Br J Nutr* 1979 ; 42 : 173 - 183.
- 2) 松村康弘. 体脂肪計 事故防止マニュアル. 国立健康・栄養研究所 国際・産学共同研究 2001 National Institute of Health and Nutrition 2001 ; 87 - 110.
- 3) 国井実. インピーダンス法による身体組成の測定. *保健の科学*. 1989 ; 31 : 448 - 452.
- 4) 田中喜代次, 稲垣敦, 松浦義明, 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* 1990 ; 7 : 939 - 945.
- 5) 佐藤富雄. 電気伝導法, インピーダンス法. *日本臨牀* 1995 ; 53 : 179 - 182.
- 6) 阪本要一, 佐藤等, 池田義雄. 電気伝導法, インピーダンス法. *日本臨牀* 2003 ; 61 : 368 - 373.
- 7) 福山由美子, 西山久美子, 浦田秀子, 他. 生体電気インピーダンス法による体脂肪測定値に対する皮膚温の影響. *長崎大学医療技術短期大学部紀要* 1994 ; 7 : 141 - 144
- 8) 小坂光男. 温度適応. 中山昭雄編. *温熱生理学*. 第1版. 東京 : 理工学社 ; 1981. p. 491