

長距離ランナーにおける単周波数生体電気抵抗法の有用性

吉岡利貢*・鍋倉賢治**

The availability of single frequency bioelectrical impedance analysis in distance runners

YOSHIOKA Toshitsugu and NABEKURA Yoshiharu

I. 緒言

一定距離をより短い時間で移動することが求められる陸上競技の長距離走において、体脂肪の蓄積はエネルギー消費の増大および動作速度の減少を介してパフォーマンスを低下させる。実際、体脂肪率が高いランナーほどパフォーマンスが低いことが、多くの研究で示されている^{1,3)}。したがって、長距離ランナーは日常から体重および体組成を管理し、トレーニングおよび食事を調整することが求められる。

この体組成管理を目的に、我が国の長距離ランナーの多くは、体重と同時に測定が可能な生体電気抵抗法 (bioelectrical impedance method : BI 法) に基づく測定器を利用している。身体に微弱な電流を通電させた際に得られる電気抵抗値から身体組成を求めるこの方法を用いた身体組成測定機器は、様々なメーカーから数多くの機種が販売されている。これらの機器の多くは、1種類の交流電流 (多くが 500 μ A、50 kHz) を用いた単周波数 BI 法を用いており、近年開発が進んでいる多周波数 BI 法を用いた機器と比較して安価に入手することが可能である。

単周波数 BI 法の有用性は、既に多くの研究により報告されている^{2,4)}。しかし、それらの研究のほとんどが一般成人あるいは肥満者を対象としており、アスリートを対象にしたものはわずかしかない。単周波数 BI 法の有用性につ

いてアスリートを対象におこなった数少ない研究のうち、競泳選手を対象に単周波数 BI 法と二重エネルギー X 線吸収法 (dual energy X-ray absorptiometry : DXA 法) との比較を行った佐藤ほか⁶⁾の研究では、DXA 法と単周波数 BI 法との間の一般成人と比較して低い相関関係を報告している。アスリートの中でも最も脂肪量が少ないと考えられる長距離ランナーにおいては、その精度がさらに落ちる可能性がある。身体組成がパフォーマンスに及ぼす影響が大きく、かつその評価に単周波数 BI 法を用いるランナーが多い現状において、その有用性を検討することは意義深い。

そこで本研究では、皮脂厚を含めた解剖学的計測指標と単周波数 BI 法によって求めた上肢および下肢の脂肪量および除脂肪量の関係から、長距離ランナーにおける単周波数 BI 法の有用性について検討することを目的とした。

II. 方法

A. 対象者

対象は、実業団、大学および高校の陸上競技部に所属する長距離ランナー 162 名 (19.5 \pm 3.9 歳、171.4 \pm 4.9 cm、57.0 \pm 4.6 kg、5000 m 走パフォーマンス: 15 分 11 秒 0 \pm 48 秒 3) であった。この 162 名を 5000 m 走パフォーマンスを基準に上位群 (13、14 分台) および下位群 (15、16 分台) の 2 群に分けた。

* 筑波大学体育センター

** 筑波大学大学院人間総合科学研究科

B. 測定プロトコル

1 解剖学的計測項目

身長は1 cm 単位の自己申告とし、体重は、身体組成計 (BC-118, TANITA 社) を用いて 0.1 kg 単位まで計測した。また、身長および体重を用いて体格指数 (body mass index: BMI) を算出した。栄研式キャリパーを用いて、上腕背部および大腿前部の皮脂厚をそれぞれ3回計測し、その平均値を求めた。また、巻尺を用いて、肩峰から上腕骨外側顆、大転子から大腿骨外側顆および大腿骨外側顆から外果の距離を計測し、それぞれ上腕長、大腿長および下腿長とした。さらに、上腕最大囲、大腿最大囲および下腿最大囲を巻尺で計測した。なお、これらはすべて右側を測定した。

2 単周波数 BI 法

単周波数 BI 法を用いた身体組成の測定には、出力電流 500 μ A、50 kHz に規定した 8 電極法による身体組成計 (BC-118, TANITA 社) を用いた。同機器により、上肢および下肢の脂肪量および除脂肪量を求めた。なお、これらの値は同機器に内蔵されている推定式より算出されたものを採用した。推定式は同機器から得られた抵抗値と形態計測値を変数とした重回帰分析に

よって作成されている。測定は、両足を電極板の上に平行に乗せ、左右それぞれの手で電極の付いたグリップを軽く握り、上肢を自然に下ろした立位姿勢にて行った。なお、BC-118 による脂肪量測定 (2 回) の再現性は、 $r=0.999$ で、2 回の測定間に有意差がなかったことが報告されている⁵⁾。

C. 統計処理

各項目の測定結果は、平均値 \pm 標準偏差で示した。5000 m 走パフォーマンスによって分割した群間の差の検定には、対応のない t 検定を、各測定項目間の対応関係の検討には、ピアソンの積率相関係数を用いた。統計的有意水準は、すべて 5% 未満とした。

Ⅲ. 結果

A. 解剖学的計測指標

解剖学的計測指標の結果を表 1 に示した。上腕背部皮脂厚は、上位群が 5.4 ± 1.3 mm、下位群が 5.9 ± 1.7 mm、大腿前部皮脂厚は、上位群が 6.4 ± 1.5 mm、下位群が 7.2 ± 1.8 mm で、ともに群間に有意な差が認められた。その他の指標は、群間に有意な差は認められなかった。

表 1 解剖学的計測指標

	上位群 n = 80	下位群 n = 82
身長 (cm)	171.8 \pm 4.6	170.9 \pm 5.2
体重 (kg)	57.2 \pm 4.3	56.9 \pm 4.9
上腕最大囲 (cm)	23.6 \pm 1.2	23.7 \pm 1.2
大腿最大囲 (cm)	49.4 \pm 2.0	49.6 \pm 2.2
下腿最大囲 (cm)	35.9 \pm 1.8	35.8 \pm 1.9
上腕背部皮脂厚 (cm)	5.4 \pm 1.3	5.9 \pm 1.7 *
大腿前部皮脂厚 (cm)	6.4 \pm 1.5	7.2 \pm 1.8 *
上腕長 (cm)	30.3 \pm 1.7	29.9 \pm 1.4
大腿長 (cm)	38.2 \pm 1.7	38.0 \pm 2.1
下腿長 (cm)	41.1 \pm 1.9	41.2 \pm 2.1

B. 単周波数 BI 法による脂肪量および除脂肪量

単周波数 BI 法による脂肪量および除脂肪量を表2に示した。全身および各部位の脂肪量は、いずれも上位群が下位群より多く、群間に有意な差が認められた。一方、除脂肪体重は上肢のみ、下位群で有意に高値を示した。

C. 解剖学的計測指標と単周波数 BI 法による脂肪量および除脂肪量の関係

解剖学的計測指標と脂肪量および除脂肪量の関係を表3に示した。上肢においては、上腕部皮脂厚と除脂肪量の関係を除いて、すべて有意な相関関係が認められたが、その関係は弱かった。一方下肢においては、大腿最大囲と脂肪量($r = 0.57$)、大腿最大囲および下腿最大囲と除脂肪

量(大腿最大囲: $r = 0.69$; 下腿最大囲: $r = 0.65$)の間に有意かつ強い相関関係が認められた。

IV. 考 察

本研究の目的は、長距離ランナーの間で最もよく利用される単周波数 BI 法による上肢および下肢の脂肪量および除脂肪量の評価について、皮脂厚法をはじめとする解剖学的計測指標との関係からその有用性について検討することであった。なお本研究では、皮脂厚の計測部位が大腿前部と上腕背部に限られるため、単周波数 BI 法による全身あるいは体幹の脂肪量および除脂肪量との関係については検討せず、上肢および下肢の部位別の脂肪量および除脂肪量との関係についてのみ検討した。

表2 単周波 BI 法による脂肪量および除脂肪量 (kg)

		上位群	下位群
除脂肪量	全身	53.4 ± 0.4	53.7 ± 0.5
	上肢	2.8 ± 0.0	2.9 ± 0.0 *
	下肢	11.1 ± 0.1	11.3 ± 0.1
脂肪量	全身	3.8 ± 0.1	3.2 ± 0.1 *
	上肢	0.2 ± 0.0	0.1 ± 0.0 *
	下肢	0.7 ± 0.0	0.6 ± 0.0 *

表3 解剖学的計測指標と BI 法による脂肪量および除脂肪量の関係 (相関係数)

		脂肪量	除脂肪量
上 肢	上腕最大囲	0.34 *	0.59 *
	上腕背部皮脂厚	0.23 *	0.01
	上腕長	0.32 *	0.31 *
下 肢	大腿最大囲	0.57 *	0.69 *
	下腿最大囲	0.34 *	0.70 *
	大腿前部皮脂厚	0.24 *	0.18 *
	大腿長	0.21 *	0.26 *
	下腿長	0.04	0.37 *

その結果、脂肪量、除脂肪量ともに、複数の解剖学的指標との間に有意な相関関係が認められた。しかしながら、除脂肪量と比較し、脂肪量の相関係数は高くなかった。また、単周波数 BI 法によって推定された脂肪量は、パフォーマンスの高い上位群において下位群と比較して高値を示した。これらの結果は、長距離ランナーにおいて、単周波数 BI 法は脂肪量の推定方法として有用とは言いがたいことを示している。

なお、この結果には、本研究における対象が脂肪量のきわめて少ない長距離ランナーであることが関係していると推察される。これまでに、DXA 法と単周波数 BI 法の高い相関関係を認める報告は多い。しかし、それらの研究では、脂肪量にばらつき（分散）が大きい一般成人あるいは肥満者を対象としており、アスリートを対象とした研究はわずかしかない。そのうち、本研究と同一機種を用いて、競泳選手の BI 法による各部位の脂肪率と DXA 法による脂肪率の関係を検討した佐藤ほか⁶⁾の研究では、一般成人を対象とした研究と比較して相関係数が低いこと、その傾向が、脂肪率の個人差が小さい男子選手において顕著であったことを報告している。なお、佐藤ほか⁶⁾の研究における変動係数は男子で 17.9%、女子で 19.4%なのに対して、一般学生を対象とした Demura et al.²⁾の研究では、男子で 22.0%、女子で 23.7%とそれぞれ 5%近くの差が認められた。

一方、除脂肪量は、大腿最大囲および下腿最大囲との間に有意かつ強い相関関係が認められた。また、大腿長および下腿長との間にも有意な相関関係が認められた。脂肪量の少ない長距離ランナーの場合、四肢の筋量は「太さ」と「長さ」では説明できる。これらの結果は、長距離ランナーが体重と同時に除脂肪量を評価する方法として単周波 BI 法が有用である可能性を示唆している。

今後は、長距離ランナーを対象に、DXA 法や水中体重秤量法といった精度の高い方法によって求めた除脂肪量と単周波数 BI 法によって求めた除脂肪量の関係および両者の差について明らかにすること、また、肥満者を対象に大河原ほか⁵⁾がおこなったように、縦断的に評価した際に見られるわずかな除脂肪量の変化まで検出可能か否かを明らかにすることが必要であろう。

V. 引用文献

- 1) Bale P, Bradbury D, and Colley E (1986) Anthropometric and training variables related to 10 km running performance. *Br J Sports Med.* 20: 170-173.
- 2) Demura S, Sato S, and Kitabayashi T. (2004) Percentage of total body fat as estimated by three automatic bioelectrical impedance analyzers. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 23: 93-99.
- 3) Hartung G H, and Squires WG (1982) Physiological measures and marathon running performance in young and middle-aged males. *J Sports Med Phys Fitness* 22: 366-370.
- 4) 大河原一憲, 田中喜代次, 中田由夫, 李東俊, 魏丞完, 中塘二三生 (2003) 単周波数および多周波数 BI 法における身体組成評価の比較検討. *体力科学* 52: 443-453.
- 5) 大河原一憲, 田中喜代次, 小野洋平, 片山靖富, 新村由恵, 中田由夫, 中塘二三生 (2006) 体組成変化に対する BI 法の推定精度: 減量期間中の体組成変動の検討を含めて. *体力科学* 55: 125-136.
- 6) 佐藤進, 出村慎一, 中田征克 (2003) 生体インピーダンス測定器の測定精度 - 水泳選手の脂肪率は標準モードとアスリートモードのどちらで測る? *水泳水中運動科学* 6: 32-37.