BIA法を用いての18歳～84歳の 日本人男女における骨格筋量の測定

——機器による測定値の違いに着目して——

*Measurement of Skeletal Muscle mass of Japanese Men and
Women Aged 18-84 by Bioelectrical Impedance Analysis Focusing on the Difference
in Measured Values Produced by Different Equipment*

岩村 真樹^{1,2)} 金内 雅夫²⁾ 梶本 浩之¹⁾

MASAKI IWAMURA^{1,2)}, MASAO KANAUCHI²⁾, HIROYUKI KAJIMOTO¹⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, University of Aino: 4-5-4 Higashioda, Ibaraki, Osaka 567-0012, Japan. TEL+81 72-567-1711 E-mail: m-iwamura@pt-u.aino.ac.jp

²⁾ Graduate School of Health Science Division of Health Science, University of Kio

Rigakuryoho Kagaku 30(2): 265–271, 2015. Submitted Oct. 31, 2014. Accepted Dec. 10, 2014.

ABSTRACT: [Purpose] In this study, bioelectrical impedance analysis (BIA), based on magnetic resonance imaging, was used to measure the skeletal muscle mass (SMM) of Japanese male and female, in order to gather SMM data for setting cut-off points for the diagnosis of sarcopenia. Differences in age-associated SMM changes according to sex and body part were investigated. [Subjects] The subjects were 1,347 Japanese male and female (622 male, 725 female) aged 18–84 years. [Methods] The results of arm, leg, and whole-body muscle mass measurements and SMM index (SMI) calculations were compared by sex and age. [Results] Calculations of the rate of muscle mass loss for each body part in male and female revealed a markedly low rate of loss in arm muscle mass and SMI in female. Cut-off points were 4.0 kg/m² for male and 2.9 kg/m² for female. [Conclusion] The present findings demonstrate that, although muscle mass loss occurred in both male and female, muscle loss rates were greater in male. The present findings also suggest that BIA values might differ depending on the measuring instruments.

Key words: BIA, skeletal muscle mass, sarcopenia

要旨:〔目的〕骨格筋量のデータの蓄積とサルコペニア診断におけるカットオフ値の作成、加齢に伴う骨格筋量変化の検討を行なう為に、MRI法を基準に推定式が算出されたBIA法を用いて骨格筋量の測定を行った。〔対象〕18歳から84歳までの日本人男女1347名（男性622名、女性725名）とした。〔方法〕上下肢と全身骨格筋量、さらに骨格筋量指数（以下SMI）を測定し、性別・年齢別に検討した。〔結果〕全ての部位において男性と比較して女性の骨格筋量減少率が低く算出された。骨格筋量のカットオフ値は男性4.0 kg/m²、女性2.9 kg/m²となった。〔結語〕加齢に伴う骨格筋量の減少は男女ともに認められたが、男性により大きく生じていた。また、BIA法においては測定機器により値が異なることが示唆された。

キーワード: BIA, 骨格筋, サルコペニア

¹⁾ 藍野大学 医療保健学部 理学療法学科: 大阪府茨木市東太田4-5-4 (〒567-0012) TEL 072-567-1711

²⁾ 畿央大学 大学院 健康科学研究科

1. はじめに

近年、人口の高齢化が急速に進行する中¹⁾で、加齢に伴い出現するといわれるサルコペニアの存在が注目されている。

サルコペニアとは、Rosenbergにより提唱された比較的新しい造語であり、日本語訳としては「筋肉減少症」や「筋肉減弱症」といわれ、「加齢に伴う筋力の低下、または老化に伴う筋肉量の減少」を指す²⁾。

サルコペニアを有する高齢者においては、バランス障害や歩行障害を有する割合が有意に高かったと報告³⁾されており、サルコペニアを早期に診断し、介入を行うことが介護予防に向けた健康づくりにおいて重要となる。

サルコペニアの診断においては、2010年に欧州サルコペニアワーキンググループ (European Working Group for Sarcopenia: 以下 EWGSOP) により骨格筋量の低下に筋力あるいは身体機能の低下を併せてサルコペニアと診断すると提唱されており、この際に骨格筋量・筋力・身体機能のカットオフ値についても呈示されている⁴⁾。2014年にはEWGSOPのアジア版ともいべきアジアサルコペニアワーキンググループ (The Asian Working Group for Sarcopenia: 以下 AWGS) によりアジア人におけるカットオフ値が呈示された⁵⁾。

サルコペニアの診断において必須とされるものが骨格筋量の低下であり、四肢骨格筋量の合計を身長²乗で除した値を骨格筋量指数 (skeletal muscle mass: 以下 SMI)³⁾とし、若年成人男女の平均 SMI のマイナス 2 標準偏差を性別毎のカットオフ値として定義された⁴⁾。この骨格筋量の評価を如何に行うかということがサルコペニアの診断において大きな影響を与える。

EWGSOP・AWGSにおいて骨格筋量の測定にはコンピュータ断層撮影 (Computed Tomography: 以下 CT) や磁気共鳴画像診断装置 (Magnetic Resonance Imaging: 以下 MRI 法) が最も標準的な方法とされており⁴⁾、2000年にはJanssenら⁶⁾により18歳から88歳の男女468名に対してのMRIでの骨格筋量の横断的調査が実施されているが、これらの機器は①持ち運びが行えない②費用が高い③放射線被爆等の問題がある為、臨床現場で用いることが困難であり、骨格筋量のカットオフ値についての呈示が行われていない⁴⁾。

そのため、臨床現場において推奨される方法としては、二重X線吸収測定法 (Dual-energy X-ray absorptiometry: 以下 DXA 法) と生体電気インピーダンス法 (Bioelectrical Impedance Analysis: 以下 BIA 法) が挙げられており、カットオフ値の呈示についてもこの2つの方法においてのみ行われている⁴⁾。

特に BIA 法は機器が安価であり、非侵襲性に簡便に測定できることから臨床現場のみならず地域においても

積極的に利用されるようになってきている。BIA 法とは生体に微弱な交流を通電し、脂肪組織と除脂肪組織の生体の抵抗を測定し、その値より身体組成を推定する方法である⁷⁾。BIA 法においては単一の周波数の交流を通電する単周波数 BIA と低周波数と高周波数の両方を用いる多周波数 BIA が存在し、多周波数 BIA においては細胞内液と細胞外液の両者を区別することが可能となり、より精度の高い測定が可能となるといわれている⁸⁾。また、従来 BIA 法においては、上肢・体幹・下肢という断面積の大きく異なる身体部位を単純な円筒と仮定するモデルであり⁷⁾、上肢・体幹・下肢の測定において測定誤差が生じるといわれている^{9,10)}。そこで、近年左右の上下肢に接触型電極をつける8極電極法が開発され、上肢・下肢・体幹などの部位別の測定が正確に行えることが示されており^{11,12)}、大規模集団に対する調査がより簡便に正確なデータの蓄積として実施可能となったことで、EWGSOP や AWGS におけるカットオフ値の作成が可能となった。しかし、BIA 法はあくまでも電気抵抗値を測定しているにすぎず、骨格筋量を直接測定しているものではない為、機器毎に組み込まれている推定式により測定値が大きく異なる可能性を有する⁷⁾。実際に、BIA 法においてはMRI法を基準に推定式を算出している機器 (以下 M-BIA 法)¹³⁾ と DXA 法を基準に推定式を算出している機器 (以下 D-BIA 法)¹⁴⁾ が存在する。

DXA 法における骨格筋量測定においては下肢の腿や骨格筋内に浸潤した脂肪および皮膚直下の血液、リンパ液、骨髓液などの体水分成分が含まれる為、MRI 法での骨格筋量測定に比して過大に評価されるといわれている^{15,16)}。つまり、D-BIA 法にて作成されたカットオフ値では、M-BIA 法にて測定した場合の殆どがカットオフ値を下回る結果となる可能性を有する。

本邦において報告されている BIA 法による大規模調査としては、山田ら¹⁷⁾の15歳から97歳の健常な男女1,006名 (男性374名、女性632名) に対する調査、谷本ら¹⁸⁾の18歳以上の男女4,003名 (男性1,702名、女性2,301名) に対する調査、Yonei ら¹³⁾の健常な男女10,335名 (男性4,365名、女性5,970名) に対する調査が挙げられる。

しかし、山田ら¹⁷⁾とYonei ら¹³⁾の調査においてはサルコペニアの定義が発表される以前の調査であり SMI の呈示が行われておらず、唯一谷本らの報告でのみ SMI の呈示が行われている¹⁹⁾。

AWGS において呈示されている日本人における BIA 法でのカットオフ値は前述の谷本ら¹⁹⁾の D-BIA 法により行われた調査であり、M-BIA 法によるカットオフ値の呈示は行われていない。

そこで、本研究において、M-BIA 法と D-BIA 法との骨格筋量の違いを明らかにした上で、M-BIA 法による健常日本人男女におけるデータの蓄積を行い、加齢によ

る骨格筋量の変化についての検討を行うとともに、サルコペニアの診断における骨格筋量のカットオフ値を作成することを目的とした。

II. 対象と方法

対象者の募集は、研究調査の実施許可が得られた公共施設・大学・病院・介護施設において「体組成測定会」と題したブースを設置し、本調査への参加を呼びかけることで行った。その中で、本研究の目的や方法について口頭と書面にて説明し、承諾が得られた1,347名（18歳～84歳、男性622名、女性725名）を対象者とした。また、明らかな身体障害（骨折・切断など）、嚥下障害、神経筋疾患、代謝性疾患（糖尿病・甲状腺機能亢進症などを含む）、重度の心疾患（投薬などによりコントロールされていない）、悪性腫瘍や消化器疾患を呈している方、ペースメーカーや人工関節などの体内埋め込み機器・器具を有している方、18歳未満の男女、日本人以外の方については対象から除外した。

筋肉量の測定は高精度型体組成計DF860（ヤマト製衡社）を使用し、測定は裸足にて足底の電極上に立ち、両上肢を前方挙上させ、両側の母指と示指・中指にて測定電極を把持した状態で約10秒間保持することで行った。測定周波数は20 kHz・100 kHzの2種類であり、電極の構成は8電極であった。本機器はMRI法を基準に推定式の算出が行われているため、M-BIA法とした²⁰⁾。

本研究においては年齢・身長・体重・骨格筋量のデータを使用し、骨格筋量については上肢骨格筋量を左右上肢骨格筋量の合計、下肢骨格筋量を左右下肢骨格筋量の合計とし、さらにSMIを算出し解析を行った。

また、M-BIA法とD-BIA法との測定値の比較を行う為に、同意の得られた34名の女性においてIn Body430（インボディジャパン製）との比較を行った。In Body430の測定周波数は5 kHz・50 kHz・250 kHzの3種類であり、電極の構成は8電極であった。またIn Bodyの骨格筋量はDXA法を基準に推定式の算出が行われている為¹¹⁾、D-BIA法とした。

データ分析は、加齢による骨格筋量の変化の検討において、性別による骨格筋量の比較はStudent's *t*-test、各年代間の比較は、Bonferroni法にて18～29歳代を基準とし各年代との比較を行った。骨格筋量と年齢との関連性の検討においては上肢骨格筋量・下肢骨格筋量・全身骨格筋量・SMIをそれぞれ従属変数、年齢および年齢の2乗を独立変数として重回帰分析を行い、2次曲線回帰式モデルを使用し、当てはまりの良さは決定係数R²から求めた。さらに、得られた2次曲線回帰式より20歳時点と80歳時点における骨格筋量を算出し、どの程度の減少率を呈しているか検討を行った。

また、骨格筋量のカットオフ値の作成の為に、対象者から若年男女（18歳から39歳）を抽出し、年齢・身長・体重・BMI・SMIの平均値と標準偏差値を算出し、SMIの平均値から2標準偏差値を引いたものをカットオフ値とした⁴⁾。

M-BIA法とD-BIA法との骨格筋量の比較においては、対応のある*t*-testにて検定を行った。統計処理にはSPSSバージョン20 for windowsを用いた。

なお、本研究は藍野大学研究倫理委員会の承認を得て行われた（承認番号Aino2012-040）。

III. 結 果

対象者の身体的特徴と各年代における骨格筋量については表1に示す。骨格筋量は全ての部位において男性の方が女性よりも有意に多くなっていた。図1～4に各部位の骨格筋量の変化を示す。男性においては上肢が39歳頃まで増加した後に減少（図1）、下肢が35歳頃まで増加した後に減少（図2）、全身が38歳頃まで増加した後に減少（図3）、SMIが38歳頃まで増加した後に減少に転じていた（図4）。女性においては、上肢が44歳頃まで増加した後に減少（図1）、下肢が36歳頃まで増加した後に減少（図2）、全身が37歳頃まで増加した後に減少（図3）、SMIが48歳頃まで増加した後に減少に転じていた。また、骨格筋量の加齢による変化の検討より得られた2次曲線回帰式を20歳時点と80歳時点に当てはめると、男女共に20歳時点の骨格筋量に比して、80歳時点の骨格筋量は低下しており、20歳時の骨格筋量を100とした場合の20歳時点から80歳時点の骨格筋量の減少率を算出すると、男性は上肢24%、下肢27%、全身34%、SMI17%、女性は上肢10%、下肢17%、全身22%、SMI2%の減少率となっており、女性SMIが最も低い減少率であり、次いで女性上肢骨格筋量となっており、上肢・下肢・全身SMIと全ての部位において女性の減少率が低く算出された（表2）。

また、若年者（18～39歳）男女の平均値を表3に示す（表3）。男性SMIの平均 $5.2 \pm 0.6 \text{ kg/m}^2$ 、女性SMIの平均 $3.9 \pm 0.5 \text{ kg/m}^2$ となっており、サルコペニア判定におけるカットオフ値は男性 4.0 kg/m^2 、女性 2.9 kg/m^2 であった。

M-BIA法とD-BIA法による骨格筋量の比較においては、全身・上肢・下肢の全ての部位においてD-BIA法の測定値が有意に大きいという結果となった（表4）。

IV. 考 察

今回、M-BIA法を用いて18歳から84歳の日本人男女における骨格筋量の測定を行った。本研究においては、男女とも35～45歳まで全ての部位において骨格筋量

表1 各年代における男女毎の骨格筋量の値

性別・年齢	人数	身長 (cm)	体重 (kg)	骨格筋量 (kg)			SMI (kg/m ²)
				上肢	下肢	全身	
男性	622	171.5 ± 5.9	66.2 ± 10.8	3.3 ± 0.5	12.0 ± 1.7	24.6 ± 4.6	5.2 ± 0.6
女性	725	158.0 ± 5.7	53.1 ± 7.8	1.9 ± 0.3	7.9 ± 1.2	15.6 ± 2.4	3.9 ± 0.5
男性							
18～29	381	171.9 ± 5.5	64.7 ± 10.8	3.3 ± 0.4	12.1 ± 1.6	24.9 ± 3.9	5.2 ± 0.6
30～39	88	172.0 ± 5.5	68.9 ± 11.0	3.4 ± 0.5	12.3 ± 1.6	25.6 ± 4.3	5.3 ± 0.6
40～49	75	172.4 ± 5.8	68.9 ± 9.6	3.4 ± 0.5	12.2 ± 1.6	25.3 ± 3.7	5.3 ± 0.5
50～59	38	169.9 ± 5.4	69.1 ± 10.8	3.3 ± 0.4	11.6 ± 1.7	23.6 ± 3.9	5.1 ± 0.6
60～69	20	169.9 ± 4.9	71.3 ± 8.6	3.1 ± 0.4	11.2 ± 1.3	22.2 ± 3.2	5.0 ± 0.5
70～79	18	163.2 ± 5.3	62.2 ± 9.1	2.7 ± 0.7 **	9.4 ± 1.4 **	18.3 ± 2.6 **	4.5 ± 0.6 **
80～89	2	163.5 ± 5.0	71.4 ± 12.2	2.8 ± 0.1 **	9.4 ± 1.1 **	17.1 ± 4.7 **	4.6 ± 0.6 **
女性							
18～29	282	159.1 ± 5.1	53.1 ± 7.8	1.9 ± 0.2	8.0 ± 1.2	15.9 ± 2.5	3.9 ± 0.5
30～39	131	159.5 ± 5.3	52.6 ± 7.0	1.9 ± 0.3	8.0 ± 1.1	16.1 ± 2.1	3.9 ± 0.4
40～49	139	159.3 ± 5.3	54.3 ± 7.8	2.1 ± 0.3 **	8.2 ± 1.1	16.4 ± 2.3	4.0 ± 0.4 **
50～59	58	156.9 ± 4.9	54.0 ± 11.8	2.0 ± 0.3	7.9 ± 1.1	15.8 ± 2.1	4.0 ± 0.5
60～69	72	154.0 ± 5.0	52.3 ± 6.9	1.8 ± 0.3	7.4 ± 0.9 **	14.4 ± 1.7 **	3.9 ± 0.4
70～79	38	151.3 ± 5.2	50.9 ± 7.3	1.8 ± 0.3	7.0 ± 1.1 *	13.4 ± 1.6 **	3.9 ± 0.5
80～89	5	146.1 ± 4.4	46.0 ± 4.2	1.5 ± 0.3	6.4 ± 0.9 **	11.1 ± 1.3 **	3.7 ± 0.4 **

値は平均 ± 標準偏差, **p<0.01. 骨格筋量の各年代の比較においては18～29歳とその他の各年代においての比較を行った。

の増大が生じていた。また、男性における骨格筋量減少の割合が女性に比べ高く認められ、部位毎の変化については女性 SMI が最も低い減少率であり、次いで女性上肢骨格筋量となっていた。

骨格筋量の増減時期について先行研究と比較すると、Lexell ら²¹⁾は30歳を過ぎると上下肢ともに約5%の割合で減少し、60歳を超えるとその減少率が加速すると報告しており、谷本ら¹⁸⁾は下肢骨格筋量が男女共に20歳代から減少し、上肢骨格筋量は60歳頃まで横ばいに推移し、体幹骨格筋量は男性45歳、女性50歳頃まで増加した後に減少に転じるとし、Janssen ら⁶⁾は45歳以降男女ともに上下肢ともに直線的に減少するとしている。以上のように部位毎に骨格筋量の変化が異なることは明らかであるものの、何歳頃から変化が生じるかについては本研究を含め一定の見解が得られていない。この理由としては、骨格筋量の低下が生じる発現機序がホルモン変化や代謝性変化、運動神経数の減少や神経筋接合部の変化、栄養状態の低下、廃用・意欲低下に伴う活動性の低下など多岐に渡るため²²⁻²⁵⁾、どのような集団に対して測定を実施したかにより測定値が大きく変化することや、各年代における生活様式や食生活などの違いなどの地域特性が骨格筋量の変化に大きな影響を与えたのではないかと考えられた。

男性における骨格筋量減少の割合が女性に比べて大きかった点に関しては、先行研究においても同様の結果が

得られており^{18,26)}、男性に特異的に生じる因子としてテストステロン分泌の減少の影響が考えられた。テストステロンは蛋白同化作用を持ち、骨格筋の発育を促進させる働きを持つ。男性においては思春期以降に増大し、中年期以降に著明に減少するといわれる²³⁾。これは中年期以降に著明な減少が生じた本研究の結果に一致する。

骨格筋量減少率が男女共に上肢に比して下肢が大きいうという結果についても先行研究と一致する結果となった^{6,17,26)}。この原因は、下肢は荷重関節を有しており、上肢は荷重関節を有していないことが大きな要因であると考えられる。加齢による活動量の減少が生じることにより、荷重が行われる機会が減少し、結果として下肢骨格筋量に著明な減少が生じるものと考えられる。また、女性における上肢骨格筋量の減少率が著明に小さくなったという結果についても先行研究と一致したものであった¹⁸⁾。これは、女性において、元々の上肢骨格筋量が少ないということや、加齢に伴う骨格筋量の減少率が男性より小さいということ、家事を行うなど日常的な上肢の使用があるということが影響した結果生じたものと考えられた。

また、今回70代女性34名(身長151.8 ± 5.4 cm, 体重50.8 ± 7.4 kg)に対しM-BIA法とD-BIA法での骨格筋量の測定を実施したところ、全ての部位においてD-BIA法の測定値が有意に大きくなることがわかった。

図1 年代毎の上肢骨格筋量の変化

$$\begin{aligned} \text{男性上肢骨格筋量} &= 0.037217 (\text{年齢}) - 0.0005 (\text{年齢})^2 + 2.726407 \quad R^2=0.076917 \\ \text{女性上肢骨格筋量} &= 0.018995 (\text{年齢}) - 0.00022 (\text{年齢})^2 + 1.568619 \quad R^2=0.056515 \end{aligned}$$

図3 年代毎の全身骨格筋量の変化

$$\begin{aligned} \text{男性全身骨格筋量} &= 0.295955 (\text{年齢}) - 0.00438 (\text{年齢})^2 + 20.64236 \quad R^2=0.113072 \\ \text{女性全身骨格筋量} &= 0.133542 (\text{年齢}) - 0.00192 (\text{年齢})^2 + 13.96038 \end{aligned}$$

図2 年代毎の下肢骨格筋量の変化

$$\begin{aligned} \text{男性下肢骨格筋量} &= 0.114881 (\text{年齢}) - 0.0017 (\text{年齢})^2 + 10.43469 \quad R^2=0.104371 \\ \text{女性下肢骨格筋量} &= 0.051929 (\text{年齢}) - 0.00074 (\text{年齢})^2 + 7.208387 \quad R^2=0.069983 \end{aligned}$$

図4 年代毎のSMIの変化

$$\begin{aligned} \text{男性SMI} &= 0.03476 (\text{年齢}) - 0.00049 (\text{年齢})^2 + 4.688785 \quad R^2=0.063907 \\ \text{女性SMI} &= 0.015827 (\text{年齢}) - 0.00017 (\text{年齢})^2 + 3.616672 \quad R^2=0.013464 \end{aligned}$$

表2 20歳時点と80歳時点における各部位の骨格筋量減少率の比較

		20歳時点	80歳時点	減少率 (%)
男性	上肢 (kg)	3.3	2.5	24
	下肢 (kg)	12.1	8.7	27
	全身 (kg)	24.8	16.3	34
	SMI (kg/m²)	5.2	4.3	17
女性	上肢 (kg)	1.9	1.7	10
	下肢 (kg)	8.0	6.6	17
	全身 (kg)	15.9	12.4	22
	SMI (kg/m²)	3.9	3.8	2

各年代における骨格筋量は2次曲線回帰式より算出。減少率 = $\{1 - (80 \text{ 歳時点の筋肉量} / 20 \text{ 歳時点の筋肉量})\} \times 100$ 。

表3 18～39歳の若年男女におけるSMIとカットオフ値

	男性 (n=469)	女性 (n=413)
年齢 (歳)	23.4 ± 6.1	25.7 ± 7.2
身長 (cm)	172.0 ± 5.8	159.2 ± 5.1
体重 (kg)	65.6 ± 11.0	53.0 ± 7.6
BMI (kg/m²)	22.2 ± 3.1	20.9 ± 2.8
SMI (kg/m²)	5.2 ± 0.6	3.9 ± 0.5
カットオフ値	4.0	2.9

値は平均 ± 標準偏差。カットオフ値の算出はSMIの平均 - 2標準偏差。

表4 女性34名におけるM-BIA法とD-BIA法の比較

	DF860 (M-BIA 法)	In Body430 (D-BIA 法)
年齢 (歳)	73.1 ± 6.3	
身長 (cm)	151.8 ± 5.4	
体重 (kg)	50.8 ± 7.4	
全身筋量 (kg)	13.5 ± 3.5	33.6 ± 3.4**
上肢筋量 (kg)	1.9 ± 0.3	3.2 ± 0.5**
下肢筋量 (kg)	7.0 ± 1.3	10.7 ± 1.8**

** : $p < 0.01$.

M-BIA法における全身筋肉量 13.5 ± 3.5 kg の値を他のMRIでの報告と比較すると、人種が異なるが同年代の女性に測定した Janssen ら⁶⁾の報告の女性19名(身長 157 ± 6.0 cm, 体重 60.8 ± 12.2 kg)の 18.0 ± 2.5 kg と、人種が同一であるが年代が異なる Abe ら²⁷⁾の報告の20代女性10名(身長 160.2 ± 5.1 , 体重 55.6 ± 6.2)の 13.5 ± 2.0 kg と比較的近似しており、D-BIA法における全身骨格筋量 33.6 ± 3.4 kg の値は、同人種・同年代の女性に測定した Ito らの報告²⁸⁾の女性46名(身長 148.4 ± 4.6 cm, 体重 51.9 ± 7.7 kg)の全身骨格筋量 30.4 ± 3.2 kg と概ね近似したものとなっていた。以上より、M-BIA法とD-BIA法においてはMRI法・DXA法の違いと同様^{15,16)}に、同じ骨格筋量の測定においても数値の違いを有することが明らかになった。その結果としてAWGSにおいて呈示されているBIA法のカットオフ値である男性 7.0 kg/m²、女性 5.8 kg/m²⁵⁾に比べ、本研究にて示されたカットオフ値(男性 4.0 kg/m²、女性 2.9 kg/m²)が大きく下回る結果となったものと考えられた。

加齢に伴う骨格筋量の減少は男女ともに認められたが、男性により大きく生じており、部位毎の変化については女性上肢骨格筋量と女性SMI減少の割合が著明に低値を示した。また、同じBIA法においてもMRI法を基準に推定式を算出するかDXA法を基準に推定式を算出するかにより値が大きく異なる為、どのような推定式が用いられているかを把握した上で、測定値を使用する必要があると考えられた。

本研究の限界として、サンプル数が1,347名と少なく、対象とした集団の特徴を大きく反映する結果となっている可能性は否定できない。そのため、今後運動習慣や生活強度などの条件設定を行った上での測定を行うことや、より不特定多数の地域でのサンプル数を増大することが必要と思われる。

引用文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口。
<http://www.ipss.go.jp/> (閲覧日2014年8月12日)。
- 2) Rosenberg IH: Sarcopenia: Origins and clinical relevance. *Nutr*, 1997, 127(5): 990s-991s.
- 3) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al: Epidemiology on sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*, 1998, 147(8): 755-763.
- 4) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al.: Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Aging*, 2010, 39(4): 412-423.
- 5) 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(5): 95-101.
- 6) Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, et al: skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol*, 2000, 89(1): 81-88.
- 7) 山内 健：BIA法の使い方 バイオエレクトリカル・インピーダンス法の原理、機器の種類、測定にあたっての注意点。臨床栄養, 2009, 105(4): 421-426.
- 8) 田中喜代次, 金憲経, 中西とも子, 他：多周波数インピーダンス法による日本人の身体組成の評価。日本運動生理学雑誌, 1999, 6(1): 37-45.
- 9) 田中喜代次, 中塘二三生, 大河原一憲, 他：生体電気インピーダンス法の有用性と利用限界。バイオメカニクス研究, 2001, 5(2), 91-101.
- 10) Ishiguro N, Kanehisa H, Miyatani M, Masuo Y, et al: A comparison of three bioelectrical impedance analysis for predicting lean body mass in a population with a large difference in muscularity. *Eur J Appl Physiol*, 2005, 94(1-2): 25-35.
- 11) Malavolti M, Mussi C, Polt M, et al: Cross-calibration of eight-polar bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of total and appendicular body composition in health subjects aged 21-82 years. *Ann Hum Biol*, 2003, 30(4): 380-391.
- 12) Sartorio A, Malabolti M, Agsti F, et al: Body water distribution in severe obesity and its assessment from eight-polar bioelectrical impedance analysis. *Eur J Clin Nutr*, 2005, 59(2): 155-160.
- 13) Yonei Y, Yonei M, Hibino S, et al: Japanese anthropometric reference data-special emphasis on bioelectrical impedance analysis. *Anti-Aging Medicine*, 2008, 5(6): 63-72.
- 14) 谷本芳美, 渡辺美鈴, 杉浦裕美子, 他：地域高齢者におけるサルコペアに関連する要因の検討。日本公衛誌, 2013, 60(11): 683-690.
- 15) Shih R, Wang Z, Heo M, et al.: Lower limb skeletal muscle mass: development of dual-energy X ray absorptiometry prediction model. *J Appl Physiol*, 2000, 89(4): 1380-1386.
- 16) 仲 立貴, 韓 一榮, 慶伊孝亮・他：部位別生体電気インピーダンス法による身体組成分析—健康人に対する検討—, 慈恵医大誌, 2005, 120(1): 35-44.
- 17) 山田陽介, 木村みさか, 中村榮太郎・他：15～97歳日本人男女1006名における体肢筋肉量と筋量分布。体力科学, 2007, 56(5): 461-471.
- 18) 谷本芳美, 渡辺美鈴, 河野 令・他：日本人筋肉量の加齢による特徴。日老医誌, 2010, 47(1): 52-57.
- 19) Tanimoto Y, Watanabe M, Sun W, et al: Association between muscle mass and disability in performing instrumental

- activities of daily living(IADL)in community-dwelling elderly in Japan. *Arch gerontol Geriatr*, 2012, 54(2): e220-e223.
- 20) 大和製衡株式会社：DFseries. http://www.yamato-scale.co.jp/product/pdf/76_1.pdf (閲覧日2014年7月7日).
- 21) Lexell J, Taylor CC, Sjostrom M: What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15-to 83-year-old men. *J Neurol Sci*, 1988, 84(2): 275-294.
- 22) Tomlinson BE, Irving D: The number of limb motor neurons in the human lumbosacral cord throughout life. *J Neurol Sci*, 1977, 34(2): 213-219.
- 23) Katznelson L, Finkelstein JS, Shoenfeld DA, et al.: Increase in bone density and lean body mass during testosterone administration in men with acquired hypogonadism. *J Clin Endocrinol Metab*, 1996, 81(12): 4358-4365.
- 24) 藤田 聡：サルコペニア予防策としてのレジスタンス運動の可能性：栄養摂取との併用による相乗効果：体力科学, 2011, 60(1): 37-40.
- 25) Deitrick JE, Whedon GD, Shorr E, et al.: Effects of immobilization upon various metabolic and physiologic function of normal men. *Am J Med*, 1948, 4(1): 3-36.
- 26) Gallagher D, Visser M, De Meersman RE, et al.: Appendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender, and ethnicity. *J Appl Physiol*, 1997, 83(1): 229-230.
- 27) Abe T, Kearns CF, Fukunaga T: Sex differences in whole body skeletal muscle mass measured by magnetic resonance imaging and its distribution in young Japanese adults. *Br J Sports Med*, 2003, 37(5): 436-440.
- 28) Ito H, Ohshima A, Ohto N, et al: Relation between body composition and age in healthy Japanese subjects. *Eur J Clin Nutr*, 2001, 55(6): 462-470.