

## 加齢による日本人の筋肉量とその基準値

—生体インピーダンス法による測定—

たか はし さだむ くり す やす ろう なが い さとし  
高 橋 節<sup>1)</sup> 栗 栖 泰 郎<sup>1)</sup> 永 井 聡<sup>1)</sup>  
わた なべ ひろ し にし たに ゆう こ いし ぐろ しん ご  
渡 部 裕 志<sup>1)</sup> 西 谷 有 子<sup>1)</sup> 石 黒 眞 吾<sup>2)</sup>

キーワード：サルコペニア，BIA，筋肉量，補正四肢骨格筋指数

### 要 旨

筋肉量，筋力や身体能力の低下した状態であるサルコペニアは，骨折や心血管系疾患さらには死亡率の増加との関連性が指摘されており，急激に高齢化する本邦において大きな問題である。サルコペニアの診断には筋肉量の測定が必要である。加齢に伴う部位別骨格筋量の特徴を検討し，筋肉量の指標である補正四肢骨格筋指数（四肢骨格筋量/身長<sup>2</sup>）の基準値を考察した。対象と方法：18歳以上の健常日本人3,031人。In Body720<sup>®</sup>を使用して部位別の骨格筋量を測定した。結果：筋肉量は40歳頃までは増加するか，減少しても緩やかである。以後は加齢に伴って急激に減少する。補正四肢骨格筋指数は18歳以上40歳未満の平均値－2標準偏差である男性：6.57kg/m<sup>2</sup>，女性：4.94kg/m<sup>2</sup>以下を低下とした。考察：これら基準値は人種だけでなく，測定機器によっても異なる。早期にサルコペニアを診断し，介入するためには筋肉量の測定方法や基準値の統一が望まれる。

### 諸 言

加齢によって筋力や身体機能が低下することは古来から知られている。40歳を越えると，これら筋力や身体機能は低下し始めているとも言われている。また本邦では急激に高齢化がすすんでいる。65歳以上の高齢者が全人口に占める割合は平成25

年時点で25%に達している。このため加齢による筋肉量，筋力や身体機能の低下は大きな社会問題となってきている。ただ筋力や身体機能低下の統一された診断基準はいまだない。このため，これら筋肉量，筋力や身体機能の低下を定義する必要がある。ヨーロッパを中心にした European Working Group on Sarcopenia in Older People (以下 EWGSOP) では筋肉量，筋力や身体能力の低下した状態をサルコペニアと定義している<sup>1)</sup>。その診断には筋肉量，歩行速度，握力を用いている。そのアジア版とも言える Consensus Report

Sadamu TAKAHASHI et al.

1) 独立行政法人国立病院機構浜田医療センター外科

2) 同 心臓血管外科

連絡先：〒697-8511 浜田市浅井町777-12

独立行政法人国立病院機構浜田医療センター外科

of the Asian Working Group for Sarcopenia (以下 AWGS) でも筋肉量, 歩行速度, 握力の測定がサルコペニアの診断に必要である<sup>2)</sup>。

ここで問題なのは筋肉量の人種によって異なることである。西欧人とは体格の異なる本邦で, ヨーロッパの診断基準をそのまま適応するには無理がある。さらに筋肉量は直接測定することが困難であり, 測定方法や測定機械による違いも考慮する必要もある。このため筋肉量を測定するにあたっては本邦独自の基準を決める必要がある。

筋肉量の測定法は二重エネルギー X線吸収測定法 (以下 DXA 法), CT 法, MRI 法, 生体インピーダンス法 (bioelectrical impedance analysis 以下 BIA 法) などの方法がある。DXA 法や CT 法, MRI 法では正確性や再現性は高い。しかしこれら測定機器は高価であり設備も大がかりなものである。また DXA 法や CT 法は X線を使用した検査になる。そこで近年では BIA 法による筋

肉量の測定が広く行われている。

BIA 法による筋肉量の測定では使用する機種における差も考慮する必要がある。日本人における筋肉量の基準値に関する報告では, 国産メーカーの機器を用いて測定した報告が多い<sup>3)</sup>。ただ本邦で医療機器として使用できる In Body720<sup>®</sup>で測定した日本人の筋肉量の報告は少ない。そこで In Body720<sup>®</sup>で測定した日本人の筋肉量なかでも加齢に伴う部位別骨格筋量の特徴を検討した。さらにサルコペニアの診断に汎用されている補正骨格筋指数の基準値を考察した。

### 対象と方法

承諾の得られた18歳以上の健常日本人3,031人 (男性1,467人, 女性1,564人) を対象とした。測定は平成24年1月から平成26年12月にかけて行った。対象者は国立病院機構浜田医療センターの職員や出入り業者, 検診センターでの検診受診者が

表1: 身長・体重・BMI

男性							
	n	身長(cm)	標準偏差	体重(kg)	標準偏差	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	標準偏差
20~39	205	170.9	5.2	66.1	11.1	23.57	4.01
40~44	114	171.1	6.7	68.3	10.3	24.58	3.87
45~49	105	170.9	5.4	70.3	11.2	24.7	3.33
50~54	151	169.6	5.4	68.7	10.6	24.09	3.32
55~59	191	169.4	5.5	65	9.2	24.12	2.9
60~64	196	166.9	5.1	63.2	8.9	23.61	3.03
65~69	198	164.9	5.5	61	8.7	23.1	2.82
70~74	157	163.3	5.7	59.1	9.7	22.87	3.25
75~79	105	161.5	4.8	60.7	8.6	23.14	3.02
80歳以上	54	159.3	6.1	58.8	9.3	21.87	3.35

女性							
	n	身長(cm)	標準偏差	体重(kg)	標準偏差	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	標準偏差
20~39	256	158.2	4.9	52.8	9.2	20.85	2.83
40~44	105	159.4	5.6	53.5	10.5	21.89	3.2
45~49	96	158.5	4.9	54.7	9.9	22	2.57
50~54	105	157.5	5.5	54.3	9.8	22.08	3.26
55~59	125	155.2	5.5	54.9	9.3	23.12	3.96
60~64	220	153.1	5.5	54.6	9.2	22.66	3.33
65~69	252	151.9	5.5	53.9	8.4	22.67	3.03
70~74	225	150.1	5.2	52.9	8.5	22.86	3.48
75~79	95	147.3	4.7	51.8	9.1	22.14	3.39
80歳以上	85	144.7	6.4	45.6	8.8	21.57	3.03

多数を占めている。心不全があり加療中の者、透析を行っている者、胸水、腹水のある者、身体の浮腫を自覚している者は自己申告により除外した。

測定項目は身長、体重、骨格筋量。年齢は自己申告である。測定は食後6時間以上経過し、約30分間の安静後で排便排尿を済ませたあとに行った。身長と体重から body mass index (以下 BMI) :  $\text{体重}/\text{身長}^2$  を算出した。In Body720<sup>®</sup> を使用して部位別の骨格筋量を測定した。この部位別骨格筋量から四肢骨格筋量を算定し、四肢骨格筋量/身長<sup>2</sup> を補正四肢骨格筋指数として算出した。

加齢による変化をみるため18歳以上40歳未満を1つの階級とした。以後は5歳毎に一つの階級とした。それぞれの階級内で平均値と標準偏差を計算し比較を行った。

測定値は平均値または平均値±標準偏差で表した。統計学的検討は Stat View ver5.0<sup>®</sup> を用いて行った。

本研究はヘルシンキ宣言の精神に基づいて行った。また本研究の実施にあたっては、国立病院機構浜田医療センター倫理委員会の承認を得た。

## 結 果

表1が対象者の体重、身長、BMIの平均値とその標準偏差である。年齢が上になるにしたがって身長は低くなり、体重も低下する傾向にある。また各階級では正規分布を示していた。

部位別筋肉量の変化を性別、年齢別にみってみる。筋肉量はほぼ全身で男性のほうが多い。上肢の筋肉量は40歳頃までは減少せず、以後は加齢に伴って減少している(図1)。下肢筋肉量は30歳を超えると減少するが、上肢と比較するとその傾きは急である(図2)。体幹部の筋肉量は40歳頃までは緩やかに増加している。以後は減少に転じてい

るが、上下肢に比較してその傾きは緩やかである(図3)。

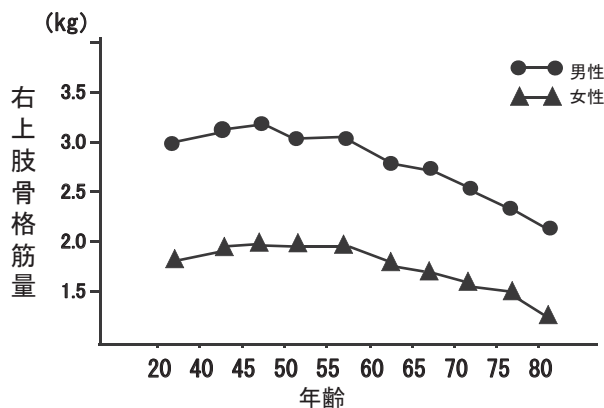


図1：右上肢骨格筋量

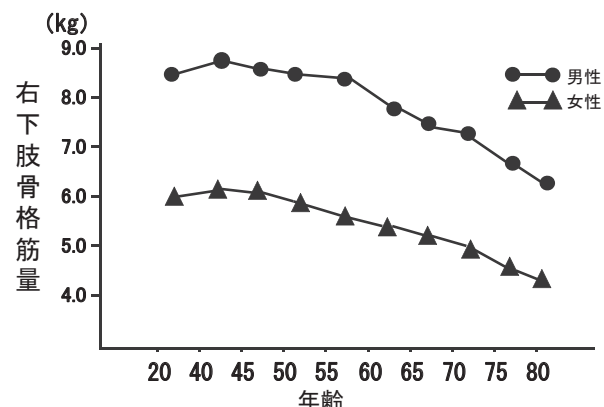


図2：右下肢骨格筋量

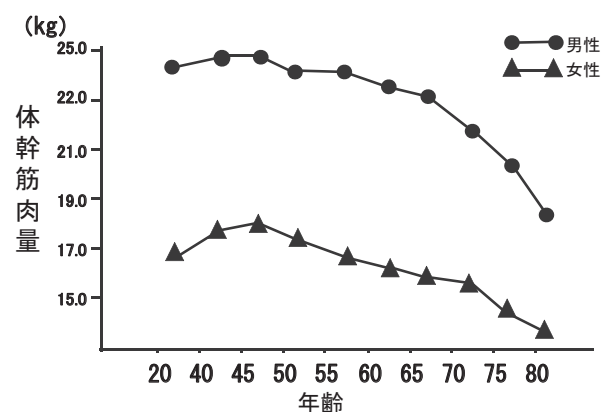


図3：体幹筋肉量

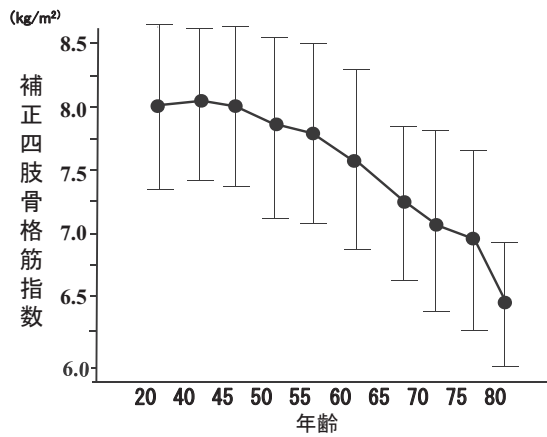


図4-1：補正四肢骨格筋指数：男性

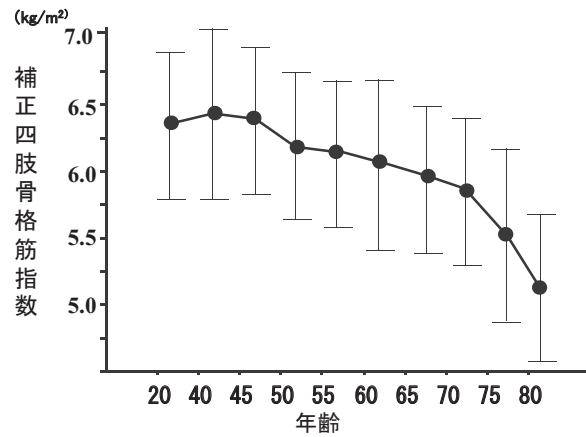


図4-2：補正四肢骨格筋指数：女性

補正四肢骨格筋指数の推移をみると男女とも45歳ころまではほぼ一定の値を示し、それ以降は急激に減少している（図4）。補正四肢骨格筋指数とBMIの関係を見ると強い相関は認められなかった（図5）。

18歳以上40歳未満におけるBIAでの補正四肢骨格筋指数の平均値は男性が7.83kg/m<sup>2</sup>、標準偏差は0.63。女性の平均値は6.16kg/m<sup>2</sup>、標準偏差は0.61であった。これより男性では6.57kg/m<sup>2</sup>以下、女性では4.94kg/m<sup>2</sup>以下を補正四肢骨格筋指数の低下とした。

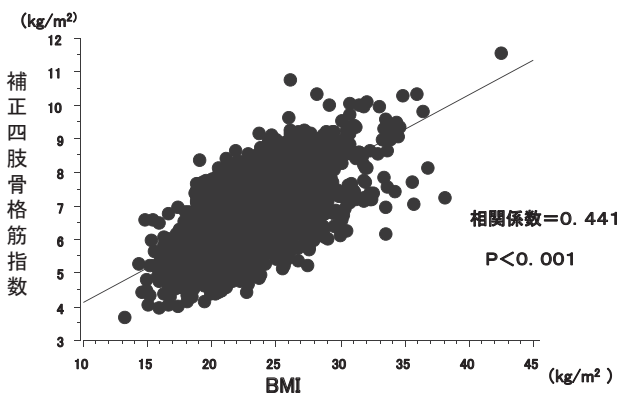


図5：補正四肢骨格筋指数とBMIの相関図

### 考 察

サルコペニアとは筋肉量、筋力や身体能力の低下した状態と定義されている<sup>1)</sup>。このためサルコペニアの診断には筋肉の質と量の両方の評価を行う必要がある。筋肉の質は歩行速度や握力などで評価されることが多い。これら歩行速度や握力の測定は、条件さえ一定にすれば測定機器にかかわらず、世界中で比較できる。またこれら測定は以前から行われており、ある程度の基準が存在する。本邦でも文部科学省のホームページに、「体力・運動能力調査結果」がある。そこに握力や歩行速度の調査結果が報告されており、年齢別、年代別の動向をみることが出来る。一方筋肉量の評価は測定方法を含めてまだ統一されていない。

筋肉量は身長と体重に影響される。今回の対象者の身長と体重を、厚生労働省が発表する平成25年国民健康・栄養調査による身長と体重の平均値ならびに標準偏差を年齢区分ごとに比較したが大きな違いはなかった。すなわち今回の対象者は日本国民の平均的な体格と大差ないと考えられる。

筋肉量の評価は測定の方法や部位、さらにその基準値をどうするかなど確立した基準はない。最

近の報告では補正四肢骨格筋指数を用いて評価しているものが多い<sup>1,2,4)</sup>。これは四肢骨格筋を身長<sup>2</sup>の2乗で除した値である。体格による筋肉量の差を補正した値となる。EWGSOPでは若年者の正常な集団で測定された平均値の-2標準偏差以下を基準値にするように推奨している。このため18歳以上40歳未満での補正四肢骨格筋指数の平均値を算出し、その値を基準値としてそこから-2標準偏差以下を筋肉量低下と定義している報告が多い。今回の研究でも骨格筋量は35~40歳頃からはほぼ直線的に減少している。また各階級での筋肉量は正規分布を示しており、基準値を18歳以上40歳未満での平均値から-2標準偏差以下とすることには妥当性がある。

Baumgartnerら<sup>4)</sup>がサルコペニアの評価指標として補正四肢骨格筋指数を提案した。メキシコでのDXAで測定した補正四肢骨格筋指数のcut off値を男性が7.26kg/m<sup>2</sup>、女性は5.45kg/m<sup>2</sup>と報告している。日本人を対象にしたDXAでの18歳以上40歳未満における補正四肢骨格筋指数の平均値は男性が8.67kg/m<sup>2</sup>、標準偏差は0.90。女性の平均値は6.78kg/m<sup>2</sup>、標準偏差は0.66と報告されている。これから計算するとcut off値は男性6.87kg/m<sup>2</sup>、女性5.46kg/m<sup>2</sup>となる<sup>5)</sup>。このように体格の大きな白人と、体格の小さな日本人では単純に比較することは難しい。

先行報告によると、日本人を対象にしたBIAでの18歳以上40歳未満における補正四肢骨格筋指数の平均値は男性が8.8kg/m<sup>2</sup>、標準偏差は0.9。女性の平均値は6.8kg/m<sup>2</sup>、標準偏差は0.5と報告されている。これから計算すると補正四肢骨格筋指数のcut off値は男性7.0kg/m<sup>2</sup>、女性5.8kg/m<sup>2</sup>となる<sup>3)</sup>。また日本人を対象にしたBIAの異なる機種での補正骨格筋指数のcut off値を男性4.0

kg/m<sup>2</sup>、女性2.9kg/m<sup>2</sup>と報告しているものもある<sup>6)</sup>。今回の研究と上記日本人での研究で使用したBIAの機器はすべて異なっている。これは各製造企業、さらには測定機器の種類によって測定方法や推定式が異なるためと考えられる。

AWGSでは、DXAで測定した補正四肢骨格筋指数のcut off値を男性が7.0kg/m<sup>2</sup>、女性は5.4kg/m<sup>2</sup>。BIAで測定した補正四肢骨格筋指数のcut off値を男性が7.0kg/m<sup>2</sup>、女性は5.7kg/m<sup>2</sup>と報告している<sup>2)</sup>。この参考値には測定機器による違いがどこまで加味されているか解らないが、絶対的な基準値にならないことは明らかである。

今回の研究で算出した補正四肢骨格筋指数の基準を用いると、今回対象になった65歳以上の男性では10.4%、女性では9.8%で補正四肢骨格筋指数の低下と判断できる。この結果から、在宅で生活する高齢者の10%程度がサルコペニアに陥っていると考えられる。今後の高齢化社会を考えると、サルコペニアに陥る高齢者はますます増加することが予想される。ただサルコペニアは非可逆的なものではなく、運動と栄養療法で改善する可能性もある<sup>7)</sup>。またサルコペニアに陥ると、骨折や心血管系疾患さらには死亡率が増加すると指摘されている<sup>8,9,10)</sup>。このため早期にサルコペニアを診断し、介入することが重要である。

## 結 語

In Body720<sup>®</sup>を使用して補正四肢骨格筋指数の基準値を考察した。BIAは簡便で侵襲が少ないため、一般臨床にも有用な機器である。ただ測定機器による値の差も評価する必要がある。今後BIAによる測定方法や推定式を統一することが望まれる。

## 文 献

- 1) 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 Ageing* 39: 412-423, 2010
- 2) Ling-Kung Chen, Li-Kuo Liu, Jean Woo, et al: Sarcopenia in Asia; Consensus Report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *JAMDA* 15: 95-101, 2014
- 3) 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* 54: 230-233, 2012
- 4) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al: Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 147(8): 755-763, 1998
- 5) Sanada K, Miyachi M, Tanimoto M, et al: A cross sectional study of sarcopenia in Japanese men and women: reference values and association with cardiovascular risk factors. *Eur J Appl Physiol* 110(1): 57-65, 2010
- 6) 岩村真樹, 金内雅夫, 梶本浩之: 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—. *理学療法科学* 30(2): 265-271, 2015
- 7) Batsis J, Mackenzie T, Barre L, et al: Sarcopenia, sarcopenic obesity and mortality in older adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey III. *Eur J Clin Nutr* 68: 1001-1007, 2014
- 8) Umberto T, Eleonora P, Massimo F. et al: Sarcopenia and Fragility Fractures: Molecular and Clinical Evidence of the Bone-Muscle Interaction. *J Bone Joint Surg Am* 97 (5): 429 -437, 2012
- 9) Atkins JL, Whincup PH, Morris RW, et al: Sarcopenic obesity and risk of cardiovascular disease and mortality: a population-based cohort study of older men. *J Am Geriatr Soc* 62(2): 253-260, 2014
- 10) Kim HK, Suzuki T, Saito K, et al: Effect of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 60(1): 16-23, 2012