

部それぞれにおいて骨粗鬆症, 骨量減少のなかった者を対象とし, 2年後の第6次調査でYAMの70%未満(=新規骨粗鬆症者), およびYAMの80%未満(=新規骨密度低下者+新規骨粗鬆症者)となるリスクについて, 第5次調査時点の6種の血清カロテノイド値3分位で対象を3群に分け, 最も濃度の低い第1分位に対する第2, 第3分位のオッズ比を性別に年齢, BMI, 季節および男性では喫煙, 女性では閉経を調整した一般化推定方程式(Generalized Estimating Equation)で求めた. 同様な解析方法を用いてビタミンCと各カロテノイドの交互作用についても検討した. 統計解析にはSAS9.1.3を用い,  $p < 0.05$ を統計的有意とした.

### 3. 結果

第5次調査時に腰椎で骨量減少のなかった男性859人, 女性643人の中で, 2年後骨量減少を示した者は, それぞれ12人(1.4%), 40人(6.2%)であった. 同様に腰椎での新規骨粗鬆症者は男性, 女性それぞれ982人中11人(1.1%), 824人中24人(2.9%)であった. 大腿骨頸部に関しては, 新規骨量減少者は男女それぞれ657人中36人(5.5%), 534人中67人(12.5%)であり, 骨粗鬆症者は919人中19人(2.1%), 788人中44人(5.6%)であった.

第5次調査時点の6種の血清カロテノイド値3分位で対象を3群に分け, 最も濃度の低い第1分位に対する第2, 第3分位骨粗鬆症/骨量減少発症のオッズ比を性別に年齢, BMI, 季節および男性では喫煙, 女性では閉経を調整した一般化推定方程式で求めたところ, 男性では有意な結果は得られなかったが, 女性では腰椎骨量減少に対して $\alpha$ -カロテンが有意で, 第1分位に対する第2分位のOdds比は0.54(95%信頼区間0.24-0.124,  $p=0.0752$ ), 第1分位に対する第3分位のOdds比は0.44(0.19-0.99,  $p=0.068$ )でOdds比の傾向性検定の結果も有意であった( $p=0.0481$ ). また女性の大腿骨頸部骨粗鬆症に対しては $\alpha$ -カロテン,  $\beta$ -カロテンが有意であった.  $\alpha$ -カロテンでは第1分位に対する第2分位, 第3分位のOdds比はそれぞれ0.49(0.2244-1.0749,  $p=0.1497$ ), 0.31(0.13-0.73,  $p=0.0068$ )でOdds比の傾向性検定の結果も有意であった( $p \text{ trend}=0.0053$ ). 同様に $\beta$ -カロテンでは第1分位に対する第2分位, 第3分位のOdds比は0.99(0.47-2.10,  $p=0.9771$ ), 0.35(0.14-0.85,  $p=0.0200$ )で, Odds比の傾向性検定の結果も有意であった( $p \text{ trend}=0.0172$ )(図1).

2年後の新規骨粗鬆症/骨量減少の発生に対するビタミンC摂取量3分位, 各血清カロテノイド値3分位の交互作用を性別に, 年齢, BMI, 季節, および男性では喫煙, 女性では閉経を調整した一般化推定方程式で検討

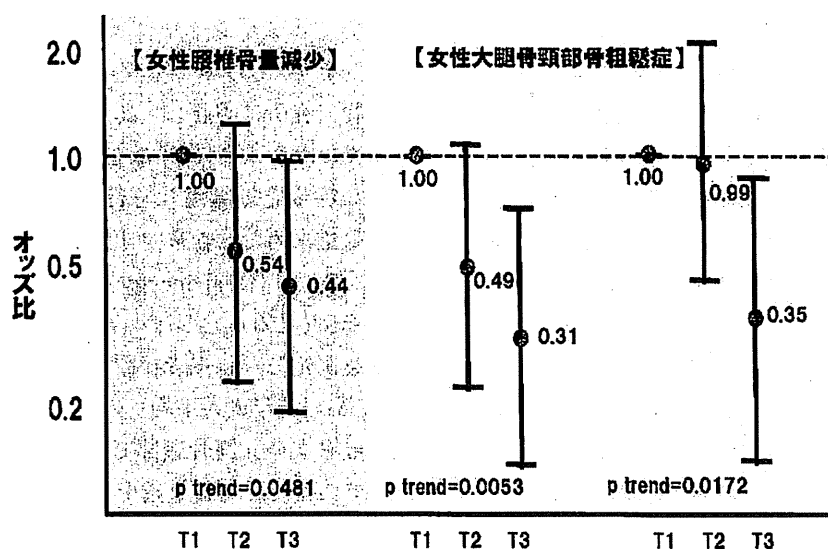


図1 血清カロテノイドの2年後の骨粗鬆症・骨量減少リスクへの影響  
年齢, BMI, 季節, 閉経を調整した一般化線形モデルによる. T1, T2, T3は血清カロテノイド3分位による対象者の群分けを示す.

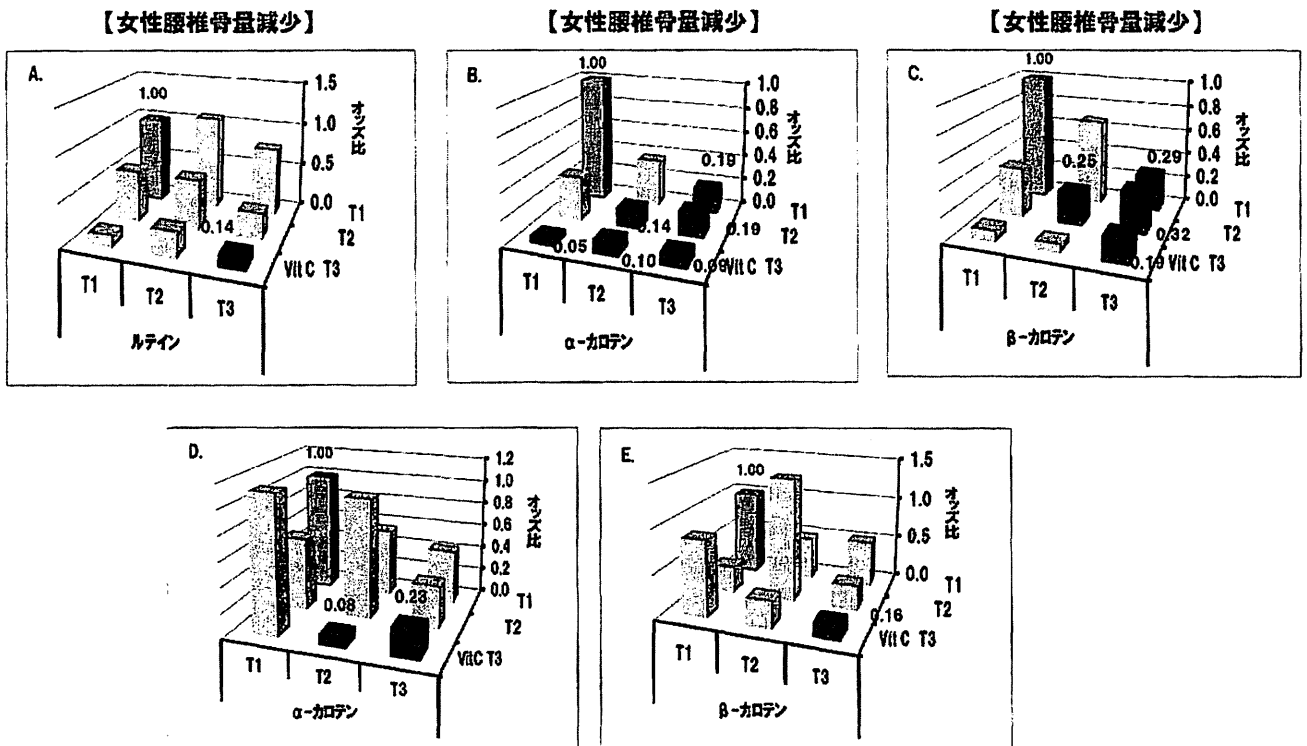


図2 血清カロテノイドとビタミンC摂取量の2年後の骨粗鬆症・骨量減少リスクへの影響  
 年齢, BMI, 季節, 閉経を調整した一般化線形モデルによる。T1, T2, T3は血清カロテノイド, ビタミンC摂取量3分位による対象者の群分けを示す。図中灰色の棒クラブはレファレンス(基準値), 濃い灰色はレファレンスに比してオッズ比が有意に低かった群を示す。

したが、統計的に交互作用が有意なモデルはなかった。

しかし、ビタミンC摂取量第1分位、血清カロテノイド値第1分位を基準として各分位のOdds比を求めたところ、女性の腰椎骨量減少に対して、ルテイン第3分位・ビタミンC第3分位のOdds比は0.140(95%信頼区間 0.026-0.753,  $p=0.0221$ )と有意に低かった。同様に女性の腰椎骨量減少に対して $\alpha$ -カロテン、 $\beta$ -カロテンが、また女性の大腿骨骨粗鬆症に対しても $\alpha$ -カロテン、 $\beta$ -カロテンが、ビタミンC3分位との掛け合わせにおいて、有意な相加効果を示した(図2)。

#### 4. 考察および結語

血清カロテノイドが2年後の骨密度に及ぼす影響について検討した結果、女性では血清 $\alpha$ -カロテン、 $\beta$ -カロテン値が高い群では、2年後の骨粗鬆症/骨量減少発生リスクが低いことが示された。またカロテノイドとともにビタミンCを摂取することがカロテノイドの抗骨粗

鬆症作用を増強することが示唆された。心臓血管疾患<sup>10)</sup>や動脈硬化<sup>11,12,13)</sup>と骨粗鬆症との間には有意な関連が報告されており、加齢・喫煙・糖尿病などによる慢性的な過酸化状態が共通の背景要因と考えられている。本研究においてカロテノイドやビタミンCは中高年者の骨密度低下に予防的に働く可能性があると考えられた。(この研究の一部は果樹試験研究推進協議会の委託研究費によって行われた。)

#### \*文献

- 1) Bischoff-Ferrari, H.A., Willett, W.C., Wong, J.B. et al. : Fracture prevention with vitamin D supplementation : a meta-analysis of randomized controlled trials. JAMA 293 (18) : 2257-2264, 2005.
- 2) Varena, M., Binelli, L., Casari, S. et al. : Effects of dietary calcium intake on body weight and prevalence of osteoporosis in early postmenopausal women. Am. J. Clin. Nutr. 86 (3) : 639-644, 2007.
- 3) Macdonald, H.M., New, S.A., Golden, M.H. et al. : Nutritional associations with bone loss during the menopausal transition:

- evidence of a beneficial effect of calcium, alcohol, and fruit and vegetable nutrients and of a detrimental effect of fatty acids. *Am. J. Clin. Nutr.* 79 (1) : 155-165, 2005.
- 4) New, S.A., Robins, S.P., Campbell, M.K. et al. : Dietary influences on bone mass and bone metabolism: further evidence of a positive link between fruit and vegetable consumption and bone health? *Am. J. Clin. Nutr.* 71 (1) : 142-151, 2000.
  - 5) Maggio, D., Barabani, M., Pierandrei, M. et al. : Marked decrease in plasma antioxidants in aged osteoporotic women: results of a cross-sectional study. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 88 (4) : 1523-1527, 2003.
  - 6) Wolf, R.L., Cauley, J.A., Pettinger, M. et al. : Lack of a relation between vitamin and mineral antioxidants and bone mineral density : results from the Women's Health Initiative. *Am. J. Clin. Nutr.* 82 (3) : 581-588, 2005.
  - 7) Shimokata, H., Ando, F. and Niino, N. : A new comprehensive study on aging - the National Institute for Longevity Sciences, Longitudinal Study of Aging (NLS-LSA). *J. Epidemiol.* 10 (Suppl 1) : S1-S9, 2000.
  - 8) Imai, T., Sakai, S., Mori, K. et al. : Nutritional Assessments of 3-Day Dietary Records in National Institute for Longevity Sciences - Longitudinal Study of Aging (NLS-LSA). *J. Epidemiol.* 10 (Suppl 1) : S70-S76, 2000.
  - 9) 折茂雅, 林泰史, 福永仁夫ほか: 原発性骨粗鬆症の診断基準 (2000年度改訂版). *日骨代謝誌* 18 : 76-82, 2001.
  - 10) Sennerby, U., Melhus, H., Gedeberg, R. et al. : Cardiovascular diseases and risk of hip fracture. *JAMA* 302 (15) : 1666-1673, 2009.
  - 11) D'Amelio, P., Isaia, G. and Isaia, G.C. : The osteoprotegerin/RANK/RANKL system: a bone key to vascular disease. *J. Endocrinol. Invest.* 32 (4 Suppl) : 6-9, 2009.
  - 12) Kanazawa, I., Yamaguchi, T., Yano, S. et al. : Baseline atherosclerosis parameter could assess the risk of bone loss during pioglitazone treatment in type 2 diabetes mellitus. *Osteoporos Int.* 21 (12) : 2013-2018, 2010.
  - 13) Pennisi, P., Russo, E., Gaudio, A. et al. : The association between carotid or femoral atherosclerosis and low bone mass in postmenopausal women referred for osteoporosis screening. Does osteoprotegerin play a role? *Maturitas.* 67 (4) : 358-362, 2010.

第53回日本老年医学会学術集会記録

〈若手企画シンポジウム2：サルコペニア—研究の現状と未来への展望—〉

## 1. 日常生活機能と骨格筋量、筋力との関連

下方 浩史    安藤富士子

## 1. 日常生活機能と骨格筋量、筋力との関連

下方 浩史<sup>1)</sup> 安藤富士子<sup>2)</sup>

**要 約** サルコペニアは高齢者の日常生活機能を低下させ、健康長寿の障害となる。われわれは無作為抽出された地域在住中高年者コホートのデータを使用して、日常生活機能と筋力、筋量との関連について検討した。男女ともに40歳以降、握力、下肢筋力は年間約1パーセントずつ低下していた。どの年代でも男性は女性よりも筋力が強く、80代の男性の筋力は40代の女性の筋力にほぼ等しかった。筋力の低下は女性の日常生活機能により大きな影響を与える可能性がある。一方、四肢の筋量は男性では加齢とともに低下するが、女性では加齢による低下はほとんどなかった。このことは女性では筋肉の量的な変化よりも、質的な変化が問題になっていることを示している。日常生活機能は筋肉のパフォーマンスの影響を受け、握力と歩行速度で推定することが可能であった。高齢者の脆弱を予防するためには、これらの評価によりハイリスクの集団を見つけることが重要であろう。

**Key words**：サルコペニア、日常生活機能、筋量、筋力、老化

(日老医誌 2012; 49:195-198)

### はじめに

老化に伴う筋量減少(サルコペニア)は、高齢者のADLを低下させ、健康長寿を実現の大きな障害となる<sup>1,2)</sup>。しかし、老化に伴う筋量減少の実態は明らかでなく、またサルコペニア自体の簡便な基準がない。臨床の現場や住民調査などで使用できる簡便なサルコペニアの基準が必要である。これらの検討を一般住民のコホートのデータを使用して行った。

### 研究方法

対象は「国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究(NILS-LSA)」第5次調査参加者で、40歳から88歳までの無作為抽出された地域在住中高年者2,419名(男性1,200名、女性1,219名)である<sup>3)</sup>。上腕囲、臍高腹囲、大腿囲、下腿囲を身体指標として計測し、また体力の指標として、普通歩速度、速歩速度、上体起こし、膝伸展筋力、脚伸展パワー、握力を計測した。日常生活機能として健康関連QOL尺度であるSF36の身体機能項目を用いた。サルコペニア指標として、Dual-

energy X-ray absorptiometry (DXA)(QDR 4500, Hologic)によって四肢除脂肪・除骨重量測定し、これを四肢筋量とした。Baumgartnerら<sup>4)</sup>の方法に準じ、四肢筋量(kg)を身長(m)の二乗で除した値をSkeletal Muscle Index (SMI)とし、サルコペニアの指標とした。その判定基準には同じQDR 4500で測定したSanadaら<sup>4)</sup>によるYAM (Young Adult Mean: 18~40歳)の-2SD(男性6.87 kg/m<sup>2</sup>、女性5.46 kg/m<sup>2</sup>)を用いた。

### サルコペニアの性・年代別頻度

DXAによるSMIでの診断基準で求めたサルコペニアの有無を、性・年齢別の分布をみた(図1)。男性では25.0パーセントが、女性では24.2パーセントがサルコペニアであり、全体の割合には性差はなかった。年代別の検討では、男性では加齢とともにサルコペニアの頻度は高くなっていたが(p trend<0.0001)、女性では有意な加齢変化はなかった。男性のSMIの平均値±SDは7.42±0.83 kg/m<sup>2</sup>、女性は5.96±0.73 kg/m<sup>2</sup>であり、男性の方が有意に高い値であった(p<0.0001)。男性では加齢とともにSMIは低下していたが(p trend<0.0001)、女性では有意な加齢変化はなかった。男女ともに年齢が高いほど握力は低下していた(p trend<0.0001)。男性の方が低下率は大きかったが、80代でも女性の40代の握力よりも大きかった。膝伸展筋力についても握力と同様に、

1) H. Shimokata: 国立長寿医療研究センター予防開発部

2) F. Ando: 愛知淑徳大学健康医療科学部スポーツ・健康医科学科

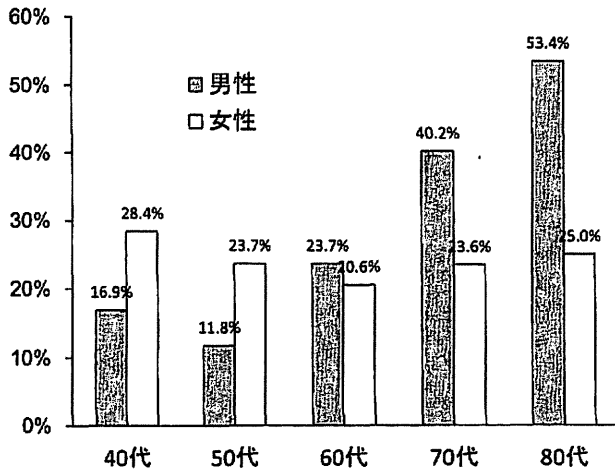


図1 サルコペニアの性・年代別頻度

DXAによるSMIでの診断基準(YAMの-2SD)での判定を行った。男性では加齢とともにサルコペニアの頻度は高くなっていったが(p trend<0.0001)、女性では有意な加齢変化はなかった。

男女ともに加齢とともに低下していた。男性の方が低下率は大きかったが、男性の80代でも女性の40代とほぼ同じ値であった。

SMIに影響を与える変数を求めるとともに、SMIを推定するための簡便な式の作成を行うために、SMIと身体測定値、アルブミンとの相関解析を行った。SMIは上腕囲、下腿囲、大腿囲、腹囲BMIと強い正の相関があったがアルブミンとは相関はなく、体脂肪率とは弱い正の相関が認められた。SMIと最も相関が強かったのはBMIであり、相関係数は男性で0.77、女性で0.73と高かった。周囲長では女性で下腿囲が最も相関が強く、男性では上腕囲、下腿囲、大腿囲で相関係数はほぼ同じ値となった。

65歳以上の男女について、年齢、BMI、下腿からSMIを推定する重回帰式の作成を試みた。その結果、以下の回帰式を得ることができた。

男性： $SMI = -0.1026 \times \text{年齢} + 0.1341 \times \text{BMI} + 0.6034 \times \text{下腿囲} + 2.5653$  ( $r^2 = 0.651$ )

女性： $SMI = -0.0413 \times \text{年齢} + 0.0513 \times \text{BMI} + 0.4438 \times \text{下腿囲} + 0.5509$  ( $r^2 = 0.558$ )

### 骨格筋量、筋力と日常生活機能

65歳以上の男女についてサルコペニアの有無とSF36での身体機能との関連を検討した。男性では一部の項目でサルコペニアがあると身体機能は低下していたが、その差は大きくなかった。女性ではサルコペニアによる身体機能の有意な低下はなかった。身体機能の障害の有無

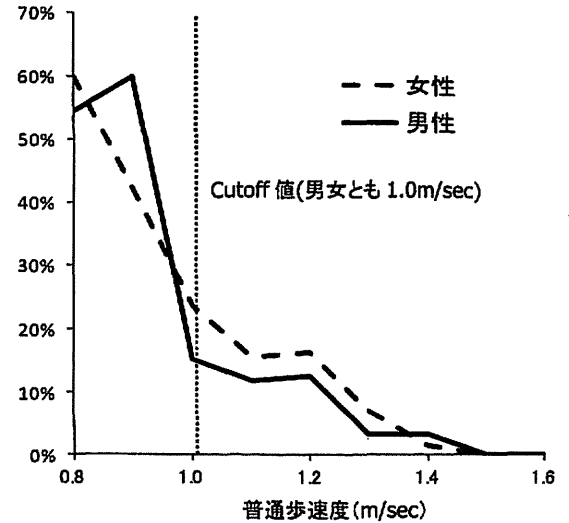


図2 普通歩速度と数百メートル以上歩くことに困難を感じる割合(65歳以上)

とSMIとの関連については、男性では身体機能の障害の有無によるSMIの差はいくつかの項目で認められたものの、その差はそれほど大きくはなかった。女性では身体機能の障害の有無によるSMIの差はほとんどなかった。

65歳以上の男女について、身体機能と歩行や筋力などの体力との正準相関係数を求めて、体力のどの項目が身体機能と関連しているのかを検討した。その結果、男女とも普通歩速度が身体機能にもっとも関連しており、筋力では脚伸展パワーの影響が男性でもっとも大きかったが、握力は男女ともに身体機能に大きな影響を与えていた。

一般住民で日常生活に影響が出るような障害は、SF36の中強度の身体活動項目に困難を感じる障害と考え、中強度の項目のうち「数百メートル以上歩くこと」を身体機能の指標とすることとした。「数百メートル以上歩くこと」が困難になれば、日用品の買い物にも支障が生じ、独立した生活を送ることが困難となる。体力、身体計測値がどの程度まで低下すると身体機能が低下するのか、身体機能との関連が認められた項目のうち、簡便に測定できるものについてカットオフ値を求めた。図2に示すように、普通歩速度は男女ともに1 m/secよりも遅くなると身体機能が低下する割合が大きく増加した。握力に関しては、普通歩速ほどカットオフ値ははっきりしなかったが、男性で25 kg、女性で20 kgをカットオフ値とした。身体計測値については、女性ではSMIが低い部分でのカットオフ値は決められなかった。男性ではカットオフ値は5.5 kg/m<sup>2</sup>であった。BMIは女性では値

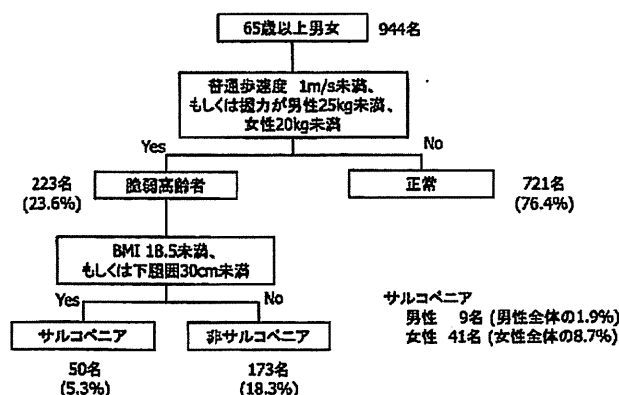


図3 サルコペニアの簡易基準案と、一般住民での分布

が小さいほど、つまりやせているほど身体機能は良くなっており、カットオフ値は決められなかったが、男性では  $19 \text{ kg/m}^2$  がカットオフ値であった。下腿囲も同様に女性ではカットオフ値は決められなかったが男性では  $30 \text{ cm}$  であった。

### サルコペニアの簡易基準の作成

サルコペニアの簡易基準の作成は、体力や身体計測値から中強度の身体機能に支障が生じる可能性のある集団を捉えることを目指した。判定に使用する項目は、簡便な器具で簡単に測定できるものとした。さらに、Muscle performance と muscle volume を分けて考えることとし、Muscle performance は普通歩速度と握力で評価し、Muscle volume は測定に高額で放射線被曝を伴う機器が必要な SMI の代わりに BMI と下腿囲で評価することとした。また、各指標のカットオフ値は中強度の身体機能との関連で決めることとし、女性で上記の基準で決められない場合には、従来のやせの基準値や男性の値を参考に決めることとした。

European consensus<sup>9)</sup>によるサルコペニアの簡易基準を参考に、日本人高齢者におけるサルコペニアの簡易基準の作成を試みた。図3に示すように、まず普通歩速度  $1 \text{ m/sec}$  未満、もしくは握力が男性  $25 \text{ kg}$  未満、女性  $20 \text{ kg}$  未満である場合には脆弱高齢者と判断し、脆弱高齢者のうち、BMI  $18.5 \text{ kg/m}^2$  未満もしくは下腿囲  $30 \text{ cm}$  未満である場合をサルコペニアとした。

今回の検討での対象者についてこの基準を当てはめてみると、65歳以上の男女944名のうち23.6パーセント

(223名)が脆弱高齢者であり、さらに全体の5.3パーセント(50名)がサルコペニアと診断された。その内訳は男性9名(男性全体の1.9パーセント)、女性41名(女性全体の8.7パーセント)と女性で割合が高くなっていた。

ここに示したサルコペニアの簡易基準案は、身長、体重、握力計とメジャー、ストップウォッチがあれば実施することができる。スクリーニング検査として有用と思われるが、さらに縦断的なデータを用いて、妥当性の検討を行っていきたい。

### まとめ

40歳以上の地域住民2,419名を対象としたDXAによる判定では男性の25.0パーセントが、女性の24.2パーセントがサルコペニアに分類された。男性では加齢とともにサルコペニアの割合は増加していたが、女性では加齢による変化はなかった。サルコペニアの簡易基準の作成は、体力や身体計測値から中強度の身体機能に支障が生じる可能性のある集団を捉えることを目指した。その結果、普通歩速度  $1 \text{ m/sec}$  未満もしくは握力が男性  $25 \text{ kg}$  未満、女性  $20 \text{ kg}$  未満である場合には脆弱高齢者と判断し、脆弱高齢者のうちBMI  $18.5 \text{ kg/m}^2$  未満もしくは下腿囲  $30 \text{ cm}$  未満である場合をサルコペニアとした。65歳以上の男女の5.3パーセントがサルコペニアとされた。

### 文 献

- 1) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al: Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 1998; 147: 755-763.
- 2) Doherty TJ: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003; 95: 1717-1727.
- 3) Shimokata H, Ando F, Niino N: A new comprehensive study on aging—the National Institute for Longevity Sciences, Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA). *J Epidemiol* 2000; 10: S1-S9.
- 4) 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* 2010; 110: 57-65.
- 5) 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 Ageing* 2010; 39: 412-423.

## Association of daily physical performance with muscle volume and strength

Hiroshi Shimokata<sup>1)</sup> and Fujiko Ando<sup>2)</sup>

### Abstract

Sarcopenia disturbs the daily life of elderly people, and hinders healthy aging. We studied the association of daily physical performance with muscle volume and muscle strength in a randomly selected community-living population. Results: Grip power and leg muscle strength decreased about 1% per year after age 40 in both men and women. Muscle strength was greater in men than in women at every age by decade, and muscle strength in men in their 80s was similar to that in women in their 40s. Therefore, the effect of a decrease in muscle strength on daily physical performance was greater in women than men. On the other hand, the muscle volume of all limbs decreased with age in men, but there was almost no decrease in muscle volume in women. These results indicate that qualitative change in muscle was more significant than quantitative change in muscle in women. Daily physical performance was influenced by muscle performance and could be assessed based on grip power and walking speed. To prevent frailty, it may be important to determine the high-risk group for frailty using these assessments.

**Key words:** *Sarcopenia, Daily physical performance, Muscle volume, Muscle strength, Aging*  
(Nippon Ronen Igakkai Zasshi 2012; 49: 195-198)

---

1) Department for the Development of Preventive Medicine, National Center for Geriatrics and Gerontology

2) Faculty of Health and Medical Sciences, Department of Sports and Health Sciences, Aichi Shukutoku University



### 3. 疫学研究からのサルコペニアとそのリスクー特に栄養との関連

下方 浩史<sup>1)</sup> 安藤富士子<sup>2)</sup>

**要約** 加齢に伴って筋肉量が減少し、筋力を維持できなくなってしまうサルコペニアは高齢者の日常生活機能を低下させる。われわれは栄養摂取等の生活習慣や既往歴など、サルコペニアのリスク要因について、無作為抽出された40歳以上の地域在住男性1,783名、女性1,825名での10年間、延べ14,010回の測定の際の縦断的データを用いて網羅的に検討を行った。二重エネルギー X線吸収装置 (DXA) での筋肉量から診断されたサルコペニアでは喫煙、運動不足、総エネルギー摂取量の不足、たんぱく質・分岐鎖アミノ酸不足、自覚的健康が良くないことなどがリスクになっていた。65歳以上のみを対象とした身体機能からの診断されたサルコペニアでも DXA での診断の場合と同様に検討を行った。喫煙がリスクになっており、総エネルギー摂取量、ビタミン D、たんぱく質、分岐鎖アミノ酸摂取が意にリスクを下げているが、身体活動との関連は有意ではなかった。

**Key words** : サルコペニア, 栄養, 分岐鎖アミノ酸, ビタミン D, 老化

(日老医誌 2012; 49: 721-725)

#### はじめに

加齢に伴い筋量、筋力が低下する現象はサルコペニアと呼ばれる。このような加齢に伴う変化が避けがたいものなのか、あるいは何らかの生活習慣の改善で予防できるものか、もし予防可能ならば、どのような方法が有効なのかを検討するため、サルコペニアの危険因子を明らかにしていく研究は、老化・老年病研究の中でも極めて重要であると思われる<sup>1)2)</sup>。サルコペニアは Baumgartner らが提唱した当時は主に筋肉量を指標として検討されていたが、近年では筋力や身体機能を指標とした研究が主流となってきている。本研究では、筋肉量を指標としたサルコペニアと身体機能・体格を指標としたサルコペニアの両者について、その危険因子を明らかにすることを目的に解析を行った。

#### 研究方法

「国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究 (NILS-LSA)」の第1次調査から第6次調査までに参加した40歳以上の無作為抽出された地域在住中

高齢者3,608名(男性1,783名、女性1,825名)を対象とした<sup>2)</sup>。平均年齢±標準偏差は、男性57.8±13.1歳、女性56.9±12.8歳で、2年ごとに延べ14,010回の調査を行っている。検討に用いた測定項目は、身体計測値としてBMI (kg/m<sup>2</sup>) 及び下腿の最大囲 (cm)、体力指標として普通歩速度 (m/sec)、利き手握力 (kg)、栄養素摂取量は写真撮影を併用した秤量法による3日間の食事調査によってエネルギー摂取量、たんぱく質、ビタミン D、筋肉合成関連アミノ酸 (イソロイシン、ロイシン、バリン、アルギニン) 摂取量を推定した。生活習慣調査として飲酒習慣、喫煙を調査した。身体活動量は歩数の7日間測定、面接調査によるタイムスタディ及び運動習慣調査による余暇身体活動量、総身体活動量を推定した。

サルコペニアの診断は筋肉量を指標にして行われてきたが、身体機能からも診断すべきであるとの立場もあり、本研究ではこの両者について危険因子の検討を行った。筋肉量については二重エネルギー X線吸収装置 (DXA) (Hologic QDR 4500) によって四肢除脂肪・除骨重量測定し、これを四肢筋量とした。Baumgartner らの方法に準じ、四肢筋量 (kg) を身長 (m) の二乗で除した値を Skeletal Muscle Index (SMI) とし、サルコペニアの指標とした<sup>1)</sup>。その判定基準には同じ Hologic QDR 4500 で測定した Sanada らによる YAM (Young Adult Mean: 18~40歳) の -2SD に相当する男性 6.87 kg/

1) H. Shimokata: 国立長寿医療研究センター予防開発部

2) F. Ando: 愛知淑徳大学健康医療科学部スポーツ・健康医科学科

表1 DXAでの診断基準によるサルコペニアの危険因子

項目	*オッズ比	95% 信頼区間	p 値
飲酒 飲まない vs 少し飲む	0.823	(0.741 ~ 0.912)	0.0002
飲酒 飲まない vs 多く飲む	0.759	(0.664 ~ 0.869)	<0.0001
喫煙 吸わない vs 吸う	1.243	(1.095 ~ 1.410)	0.0007
高血圧症 なし vs あり	0.876	(0.793 ~ 0.969)	0.0097
収縮期血圧 10 mmHg 上昇ごと	0.900	(0.881 ~ 0.920)	<0.0001
拡張期血圧 10 mmHg 上昇ごと	0.832	(0.803 ~ 0.862)	<0.0001
心疾患 なし vs あり	1.021	(0.840 ~ 1.241)	NS
脂質異常症 なし vs あり	0.956	(0.857 ~ 1.067)	NS
糖尿病 なし vs あり	1.029	(0.882 ~ 1.200)	NS
脳卒中 なし vs あり	0.959	(0.761 ~ 1.209)	NS
自覚的健康 良い vs 普通・悪い	1.179	(1.099 ~ 1.264)	<0.0001
余暇身体活動量 100,000 METS*min/y ごと	0.909	(0.844 ~ 0.979)	0.0112
総身体活動量 100,000 METS*min/y ごと	0.912	(0.868 ~ 0.958)	0.0002
歩数 1,000 歩増加ごと	0.985	(0.973 ~ 0.997)	0.0174
エネルギー摂取量 100 kcal 増加ごと	0.961	(0.952 ~ 0.970)	<0.0001
たんぱく質 10 g/日増加ごと	0.932	(0.913 ~ 0.952)	<0.0001
ビタミンD 5 µg/日増加ごと	0.984	(0.962 ~ 1.005)	NS
イソロイシン 1 g/日増加ごと	0.869	(0.829 ~ 0.910)	<0.0001
ロイシン 1 g/日増加ごと	0.918	(0.894 ~ 0.943)	<0.0001
バリン 1 g/日増加ごと	0.882	(0.847 ~ 0.918)	<0.0001
アルギニン 1 g/日増加ごと	0.908	(0.877 ~ 0.940)	<0.0001

\*10年間の縦断データから一般化推定方程式で年齢、性別を調整したリスク推定を行った。カテゴリー変数に関しては前者に対する後者のオッズ比を示す。

m<sup>2</sup>、女性 5.46 kg/m<sup>2</sup> をサルコペニアの有無の判定基準とした<sup>4)</sup>。また、身体機能・体格に基づくサルコペニアの指標として、65歳以上の男女で、普通歩速度 1m/秒未満、もしくは握力が男性 25 kg 未満、女性 20 kg 未満の脆弱高齢者でありかつ BMI 18.5 kg/m<sup>2</sup> 未満もしくは下腿囲 30 cm 未満をサルコペニアとした場合の検討も行った<sup>5)</sup>。この判定基準は、厚生労働科学研究費長寿科学総合研究事業「高齢者における加齢性筋肉減弱現象(サルコペニア)に関する予防対策確立のための包括的研究(H22-長寿一般-002)」での研究成果として提唱されたものである。NILS-LSAの10年間の縦断的なデータから飲酒、喫煙、既往歴、身体活動量、血圧、栄養素摂取とサルコペニア発症リスクとの関係を性別及び年齢を調整した一般化推定方程式(GEE)で推定した。

### 筋肉量によるサルコペニアの危険因子

DXAでの筋肉量から診断されたサルコペニアについて、10年間の縦断的なデータを用いてその危険因子を検討した。既往歴や生活習慣など様々なサルコペニア発症リスクを推定しオッズ比を求めた(表1)。嗜好習慣では飲酒をしないことと喫煙がリスクとなっていた。既往歴では高血圧症のみが有意であり、収縮期血圧、拡張期血圧も高値であるほどサルコペニアとなるリスクは下

がっていたがこれらは高血圧症と肥満との関連を反映した結果と考えられる。自覚的健康度は「普通・悪い」では「良い」に対してオッズ比は1.2倍に高くなっており、健康感との関連が示唆された。身体活動量では総身体活動量、余暇身体活動量、歩数が多いほど、サルコペニアのリスクが下がっていた。栄養素との関連では総エネルギー摂取量が多いほどサルコペニアのリスクは低くなっていたが、ビタミンDとサルコペニアとの関連は認めなかった。たんぱく質摂取量、イソロイシン、ロイシン、バリン、アルギニンの筋肉合成関連アミノ酸摂取量が多いほど、サルコペニアのリスクは下がっていた。図1にロイシンの一日摂取量の約5パーセントに当たる4g/dayと約95パーセントに当たる8g/dayとでのサルコペニアとなる確率を示す。両者でのオッズ比は0.71(95%信頼区間:0.64~0.79, p<0.0001)であった。

### 身体機能・体格によるサルコペニアの危険因子

身体機能・体格によるサルコペニアの危険因子は、NILS-LSAの65歳以上の高齢者の10年間の縦断データを用いて検討した(表2)。嗜好については飲酒との関連は見られなかったが、喫煙との関連が認められ、非喫煙者に対する喫煙者のオッズ比は3.78(95%信頼区間1.77~8.09)であった。既往歴との関連は高血圧症、脂

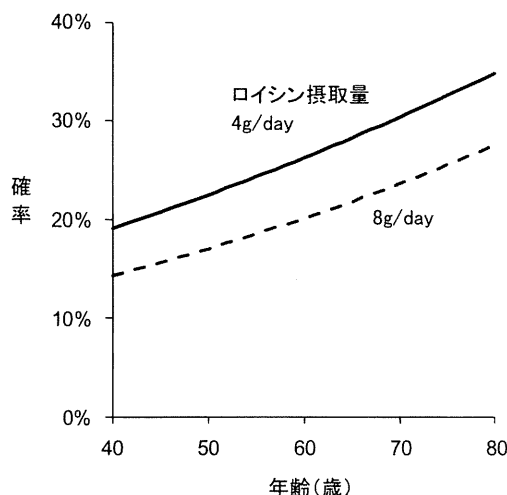


図1 ロイシン摂取量によるサルコペニアの有病確率。サルコペニアはDXAでの診断基準を用いた。10年間の縦断データから一般化推定方程式で年齢、性別及び個人内変動を調整し、一日摂取量の約5パーセンタイルに当たる4 g/dayと約95パーセンタイルに当たる8 g/dayとでの比較を行った。オッズ比は0.71 (95%信頼区間: 0.64 ~ 0.79,  $p < 0.0001$ )であった。

質異常症で有意であり、これらがあるとサルコペニアのリスクは下がっていた。また、収縮期血圧、拡張期血圧はともに高いほどサルコペニアのリスクは低下していた。自覚的健康度との関連は認められなかった。また身体活動量では、総身体活動量、余暇身体活動および歩数のいずれもサルコペニアの発症と有意な関連はなかった。栄養素摂取量との関連は強く、総エネルギー摂取量、たんぱく質摂取量、イソロイシン、ロイシン、バリン、アルギニン摂取量が多いほど、サルコペニアのリスクは下がっていた。またビタミンD摂取量もサルコペニア発症リスクを下げていた。

### サルコペニアの予防研究

ヨーロッパにおける老年学、栄養学などの学会によるワーキンググループであるThe European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)は2010年にサルコペニアの定義と診断についてのヨーロッパ・コンセンサスとして報告している<sup>9)</sup>。EWGSOPではサルコペニアを、加齢以外に明らかな誘因がない原発性サルコペニア (primary sarcopenia) と、加齢以外の何らかの要因がサルコペニアを引き起こす二次性サルコペニア (secondary sarcopenia) に分類し、さらに二次性サルコペニアを、ベッド上安静、運動しない生活スタイル、廃用、無重力身体などが原因となる活動性サルコペニア (activity-related sarcopenia)、高度な臓器障害、炎症性

疾患、悪性腫瘍に伴う悪液質、内分泌疾患などによる疾患性サルコペニア (disease-related sarcopenia)、吸収不良、胃腸疾患、食思不振を引き起こす薬剤の使用に伴うエネルギーおよび蛋白質摂取不足などによる栄養性サルコペニア (nutrition-related sarcopenia) の3つに分けている。

これまでに報告されているサルコペニアの危険因子には遺伝的素因、性別、加齢、身長、体重、BMI、閉経、エストロゲン、テストステロン、総体脂肪量、身体活動、カロテノイド、ビタミンD、分岐鎖アミノ酸および蛋白質摂取量などがある。遺伝的な素因としては、myostatinのLys153Arg多型、alpha-actinin 3のR577X多型が筋量や筋力に関連しているとの報告がある<sup>7)8)</sup>。しかし、スポーツ選手では、こうした遺伝子多型の影響があっても、一般の高齢者では、むしろ生活習慣などの影響の方が大きいと思われる。廃用性症候群による筋萎縮は、高齢者のサルコペニアの最大の要因であろう。運動不足による筋量や筋力の低下はどの年代にも起きうる。しかし高齢者では筋の再生・増殖機能が低下しており、いったん減少した筋量は回復が難しい。筋量が低下し筋力が低下すれば、運動が困難になり、さらに筋量が低下するという悪循環に陥りやすい。

血中の25-OHビタミンDレベルは経口摂取あるいは皮膚で産生されたビタミンDの量を反映する指標である。25-OHビタミンDは老化とともに低下することが知られている。ビタミンDはカルシウム代謝に関連するビタミンであり、摂取量の不足は骨粗鬆症などの骨疾患の要因となる。このビタミンDが、筋肉とも関連することが明らかになってきた。

ビタミンD受容体は筋肉中に存在し、ビタミンDが低下することが筋の同化作用が下がってしまう。またビタミンD受容体の遺伝子多型が高齢者のサルコペニアの要因のひとつであることも報告されている<sup>9)</sup>。ビタミンDの低下が高齢者の転倒や身体機能障害の要因であるとの報告がある<sup>10)11)</sup>。

アムステルダム縦断加齢研究 (Longitudinal Aging Study Amsterdam)での3年間の追跡研究ではベースラインの25-OHビタミンDが低値の場合には、高値の場合に比べて3年後にサルコペニアとなるオッズ比は2.57 (95%信頼区間1.40~4.70)であった。このような結果からビタミンDの摂取の不足が、高齢者のサルコペニアを引き起こす可能性があると思われる<sup>12)</sup>。

筋肉はたんぱく質からなっており、たんぱく質摂取量、アミノ酸摂取量が低下すれば、筋量は当然低下する。1食あたりのたんぱく質量が20~25 gである時が筋たん

表2 身体機能・体格での診断基準によるサルコペニアの危険因子

項目	*オッズ比	95% 信頼区間	p 値
飲酒 飲まない vs 少し飲む	0.652	(0.398~1.069)	NS
飲酒 飲まない vs 多く飲む	1.080	(0.457~2.554)	NS
喫煙 吸わない vs 吸う	2.595	(1.543~4.363)	0.0003
高血圧症 なし vs あり	0.505	(0.375~0.680)	<0.0001
収縮期血圧 10 mmHg ごと	0.896	(0.827~0.971)	0.0076
拡張期血圧 10 mmHg ごと	0.866	(0.755~0.993)	0.0396
心疾患 なし vs あり	1.278	(0.858~1.905)	NS
脂質異常症 なし vs あり	0.677	(0.467~0.983)	0.0402
糖尿病 なし vs あり	0.829	(0.448~1.535)	NS
脳卒中 なし vs あり	1.052	(0.472~2.346)	NS
自覚的健康 良い vs 普通・悪い	1.281	(0.898~1.828)	NS
余暇身体活動量 100,000 METS*min/y ごと	0.757	(0.552~1.037)	NS
総身体活動量 100,000 METS*min/y ごと	0.863	(0.655~1.138)	NS
歩数 1,000 歩ごと	0.993	(0.938~1.050)	NS
エネルギー摂取量 100 kcal ごと	0.862	(0.822~0.822)	<0.0001
たんぱく質 10 g/日ごと	0.728	(0.650~0.814)	<0.0001
ビタミンD 5 µg/日ごと	0.853	(0.766~0.950)	0.0037
イソロイシン 1 g/日ごと	0.537	(0.424~0.681)	<0.0001
ロイシン 1 g/日ごと	0.697	(0.607~0.800)	<0.0001
バリン 1 g/日ごと	0.584	(0.476~0.717)	<0.0001
アルギニン 1 g/日ごと	0.615	(0.512~0.739)	<0.0001

\*10年間の縦断データから一般化推定方程式で年齢、性別を調整したリスク推定を行った。カテゴリ変数に関しては前者に対する後者のオッズ比を示す。

ばく質の合成が最も高いとされている<sup>13)14)</sup>。食事摂取基準では、健康な70歳以上者に必要なたんぱく質量は1.06g/体重kgであり、男性60g、女性50g以上が必要とされている。しかし一般的な高齢者の食事では、このたんぱく質摂取量を維持することが難しい場合が多い。

体内で合成できない必須アミノ酸のうちロイシン、イソロイシン、バリンは炭素骨格が分岐した構造をもつことから分岐鎖アミノ酸と呼ばれる。これらの分岐鎖アミノ酸は筋肉をつくる主なたんぱく質であるアクチンとミオシンの主成分である。十分な分岐鎖アミノ酸を摂取することで筋肉の消耗を防ぐことができる可能性がある<sup>15)16)</sup>。分岐鎖アミノ酸は肉類、乳製品、レバーなどに多く含まれるが、高齢者ではこうした食品は敬遠されることが多いことも、高齢者のサルコペニアの要因となっている可能性がある。NILS-LSAでの検討でもロイシン、イソロイシン、バリンの分岐鎖アミノ酸はサルコペニアのリスクを下げる作用が認められ、特に高齢者での摂取が勧められよう。

## まとめ

DXAでの筋肉量から診断されたサルコペニアでは喫煙、運動不足、エネルギー摂取量の不足、たんぱく質・分岐鎖アミノ酸不足、自覚的健康が良くないことなどが

リスクになっていた。65歳以上のみを対象とした身体機能から診断されたサルコペニアでもDXAでの診断のサルコペニアとはほぼ同様な結果が得られたが、栄養との関連が強く、身体活動との関連は有意ではなかった。

## 文 献

- 1) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al.: Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 1988; 147: 755-763.
- 2) Doherty TJ: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003; 95: 1717-1727.
- 3) Shimokata H, Ando F, Niino N: A new comprehensive study on aging—the National Institute for Longevity Sciences, Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA). *J Epidemiol* 2000; 10: S1-S9.
- 4) Sanada K, Miyachi M, Tanimoto M, Yamamoto K, Murakami H, Okumura S, 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* 2010; 110: 57-65.
- 5) 下方浩史, 安藤富士子: 日常生活機能と骨格筋量, 筋力との関連. サルコペニア—研究の現状と未来への展望. *日老医誌* 2012; 49 (2): 195-198.
- 6) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al.: Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age*

- Ageing 2010; 39: 412–423.
- 7) Clarkson PM, Devaney JM, Gordish-Dressman H, Gordish-Dressman H, Kearns A, Hubal M, et al.: ACTN3 genotype is associated with increases in muscle strength in response to resistance training in women. *J Appl Physiol* 2005; 99 (1): 154–163.
  - 8) Ivey FM, Roth SM, Ferrell RE, Tracy BL, Lemmer JT, Hurlbut DE, et al.: Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000; 55: M641–648.
  - 9) Roth SM, Zmuda JM, Cauley JA, Shea PR, Ferrell RE: Vitamin D receptor genotype is associated with fat-free mass and sarcopenia in elderly men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004; 59: 10–15.
  - 10) Suzuki T, Kwon J, Kim H, Shimada H, Yoshida Y, Iwasa H, et al.: Low serum 25-hydroxyvitamin D levels associated with falls among Japanese community-dwelling elderly. *J Bone Miner Res* 2008; 23: 1309–1317.
  - 11) Kwon J, Suzuki T, Yoshida H, Kim H, Yoshida Y, Iwasa H, et al.: Concomitant lower serum albumin and vitamin D levels are associated with decreased objective physical performance among Japanese community-dwelling elderly. *Gerontology* 2007; 53: 322–328.
  - 12) Visser M, Deeg DJ, Lips P: Low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88: 5766–5772.
  - 13) Paddon-Jones D, Short KR, Campbell WW, Volpi E, Wolfe RR: Role of dietary protein in the sarcopenia of aging. *Am J Clin Nutr* 2008; 87: 1562S–1566S.
  - 14) Paddon-Jones D, Rasmussen BB: Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2009; 12: 86–90.
  - 15) Dreyer HC, Volpi E: Role of protein and amino acids in the pathophysiology and treatment of sarcopenia. *J Am Coll Nutr* 2005; 24: 140S–145S.
  - 16) Fujita S, Volpi E: Amino acids and muscle loss with aging. *J Nutr* 2006; 136 (Suppl): 277S–280S.

## Sarcopenia and its risk factors in epidemiological study

Hiroshi Shimokata<sup>1)</sup> and Fujiko Ando<sup>2)</sup>

### Abstract

In sarcopenia, muscle volume and strength decrease with ageing, disturbing activity of daily life in the elderly. We investigated risk factors of sarcopenia including life-style, nutrition intake and past history in randomly selected community living population aged 40 years and over. The subjects were 1,783 men and 1,825 women. They were followed up 10 years and repeatedly measured, we made a total of 14,010 measurements. Smoking, lack of exercise, shortage of energy, protein, branched-chain amino acid intake, and low self-rated health were risk factors of sarcopenia determined by muscle volume in dual-energy x-ray absorptiometry (DXA). Risk factors of sarcopenia determined by physical performance were also investigated in subjects aged 65 years or over. Smoking increased risk of sarcopenia, and intakes of total energy, vitamin D, protein and branched-chain amino acid significantly decreased risk of sarcopenia. However, physical activity was not related to incidence of sarcopenia.

**Key words:** *Sarcopenia, Nutrition, Branched-chain amino acid, Vitamin D, Ageing*  
(*Nippon Ronen Igakkai Zasshi* 2012; 49: 721–725)

1) Department for Development of Preventive Medicine, National Center for Geriatrics and Gerontology

2) Faculty of Health and Medical Sciences, Department of Sports and Health Sciences, Aichi Shukutoku University

## 虚弱，サルコペニアの疫学—日本人データから—

The frailty and sarcopenia among Japanese elderly

幸 篤武\* 安藤 富士子\*\* 下方 浩史\*  
Yuki Atsumu Ando Fujiko Shimokata Hiroshi

抄録 ▶ 日本では、高齢者人口の約 4% が虚弱の行政的定義である二次予防事業対象者に該当した。一般住民を対象とするコホートでは、筋量を指標としたサルコペニアは、65 歳以上の男性の約 37%、女性の約 23% に認められた。筋力および運動機能を指標とするサルコペニアの有病率は、男性と比較して女性で多かった。虚弱とサルコペニアはともにパラダイムシフトが進んでおり、疾病や生活習慣などを含めた包括的な評価が必要と考えられた。

**Key Words** 虚弱，地域住民，四肢筋量，握力，歩行速度

\*国立長寿医療研究センター 予防開発部

\*\*愛知淑徳大学健康医療科学部

### はじめに

高齢者の虚弱は、加齢に伴う種々の生理機能の低下を背景とし、ADL障害や死亡、転倒、入院、施設入所などに陥りやすい状態を意味する<sup>1)</sup>。また、サルコペニアは筋量の減少や筋力の低下、歩行や立ち上がり動作などの日常生活に直結する運動機能が低下した状態を意味する<sup>2)</sup>。これらは、ともに運動機能の低下をその定義の範疇とし、身体的に脆弱な状態を意味するという点で類似した概念である。

少子高齢化が進む日本では、介護や支援を要するような身体的に脆弱な高齢者を減らし、健康長寿を達成することは急務であるが、虚弱やサルコペニアに関する疫学研究は日本ではほとんどなく、その実態について不明な点が多い。

本稿では、日本人の虚弱とサルコペニアの実態について紹介する。

### 虚弱とサルコペニア

高齢者における虚弱は、加齢に伴う心身の機能低下を広範に捉えた概念であり、骨格筋の状態を問題とするサルコペニアは、虚弱の概念に内包される(図1)<sup>1)</sup>。虚弱は、加齢に伴う身体活動量の低下や低栄養状態、不健康な環境など、複数の要因の積み重ねにより出現し、やがてその過程においてサルコペニアを合併することとなる。サルコペニアによる筋の減少は、運動機能の低下を引き起こし、さらなる身体活動量の低下を引き起こすなど、虚弱を加速させる中心的要素となる。したがって、虚弱に至る過程における身体活動量や栄養状態などを正確に把握するとともに、予防改善を図ることが重要といえる。

### 虚弱の実態

Friedらは、1)体重減少、2)筋力の低下、3)疲労感、4)歩行速度の低下、5)活動度の低下の

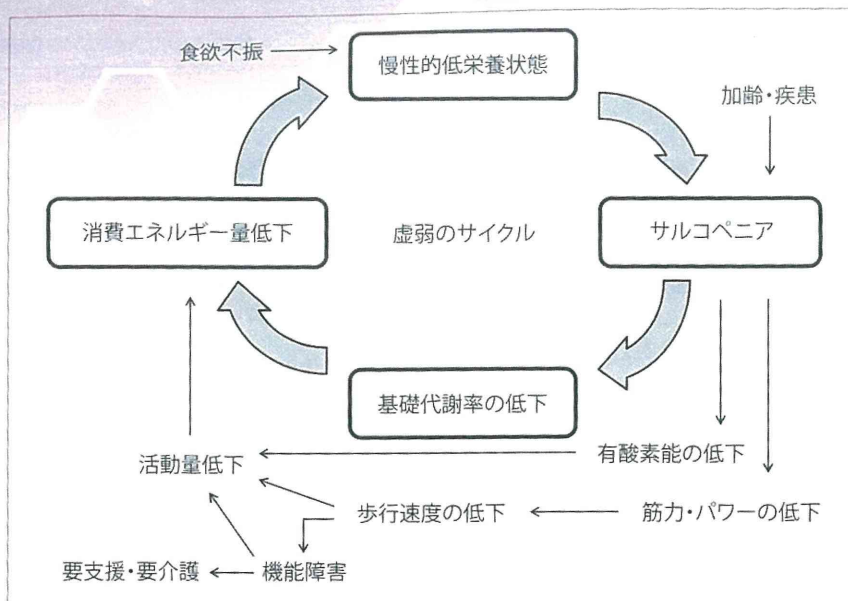


図1 虚弱化のサイクル(文献1より引用改変)

身体活動の低下によりエネルギー消費量が減少し、食欲減少から低栄養状態に陥る。その低栄養状態が筋量減少を引き起こし、筋力や有酸素能力の低下から歩行能力が低下、さらには日常の活動量を制限する結果となる。また、筋量の減少は基礎代謝量を低下させ、エネルギー消費量の減少を引き起こす。

表1 虚弱の基準(文献1より引用改変)

5項目中3項目に該当する場合を虚弱(frailty)、1または2項目に該当する場合を前虚弱(pre-frailty)とする。

項目	基準
体重減少	1年間で4.5 kg 以上, または5%以上の非意図的な体重減少
筋力低下	握力下位20% (性・BMI四分位別)
疲労感	CES-D (center for epidemiologic studies depression scale) より, 過去1週間の状況について質問 a) 何をすることも面倒である b) 物事が手につかない どちらか1つに該当する場合
歩行速度の低下	歩行速度下位20% (性・身長で層化)
活動度の低下	1週間のエネルギー消費量(kcal) 男性: 383 kcal未滿 女性: 270 kcal未滿

5項目のうち、3項目以上に該当する場合に虚弱と診断することを提唱している(表1)<sup>1)</sup>。この診断法で判定される虚弱の頻度は、米国の地域在住の中老年者を対象とする場合、65～74歳で3.9%、75～84歳で11.6%、85歳以上で25.0%となり、加齢に伴い増加することが示されている。また男性(5%)と比較して、女性(8%)に虚弱者が多いことが報告されている<sup>1)</sup>。

表2 二次予防事業対象者・基本チェックリスト(文献3より引用改変)

65歳以上の者を対象とし、基本チェックリストに回答を求め、以下に該当する者を二次予防事業の対象者とする。  
 1. No.1～20までの20項目のうち10項目以上に該当。 2. No.6～10までの5項目のうち3項目以上に該当。  
 3. No.11およびNo.12の2項目すべてに該当。 4. No.13～15までの3項目のうち2項目以上に該当。  
 また基本チェックリストのNo.16に該当する者、No.18～20のいずれかに該当する者、No.21～25までの項目のうち2項目以上に該当する者については、それぞれ、閉じこもり、認知機能の低下、うつ予防や支援を考慮する必要がある。

No.	質問項目	回答	
1	バスや電車で1人で外出していますか？	0. はい	1. いいえ
2	日用品の買い物をしていますか？	0. はい	1. いいえ
3	預貯金の出し入れをしていますか？	0. はい	1. いいえ
4	友人の家を訪ねていますか？	0. はい	1. いいえ
5	家族や友人の相談にのっていますか？	0. はい	1. いいえ
6	階段を手すりや壁をつたわずに昇っていますか？	0. はい	1. いいえ
7	椅子に座った状態から何もつかまらずに立ち上がっていますか？	0. はい	1. いいえ
8	15分位続けて歩いていますか？	0. はい	1. いいえ
9	この1年間に転んだことがありますか？	1. はい	0. いいえ
10	転倒に対する不安は大きいですか？	1. はい	0. いいえ
11	6カ月間で2～3kg以上の体重減少がありましたか？	1. はい	0. いいえ
12	BMIはいくつですか？	18.5 kg/m <sup>2</sup> 未滿を該当	
13	半年前に比べて固いものが食べにくくなりましたか？	1. はい	0. いいえ
14	お茶や汁物でむせることがありますか？	1. はい	0. いいえ
15	口の渇きが気になりますか？	1. はい	0. いいえ
16	週に1回以上は外出していますか？	0. はい	1. いいえ
17	昨年と比べて外出の回数が減っていますか？	1. はい	0. いいえ
18	周りの人から「いつも同じことを聞く」などの物忘れがあるといわれますか？	1. はい	0. いいえ
19	自分で電話番号を調べて、電話をかけることをしていますか？	0. はい	1. いいえ
20	今日が何月何日かわからない時がありますか？	1. はい	0. いいえ
21	(ここ2週間)毎日の生活に充実感がない	1. はい	0. いいえ
22	(ここ2週間)これまで楽しんでやれていたことが楽しめなくなった	1. はい	0. いいえ
23	(ここ2週間)以前は楽にできていたことが今ではおっくうに感じられる	1. はい	0. いいえ
24	(ここ2週間)自分が役に立つ人間だと思えない	1. はい	0. いいえ
25	(ここ2週間)わけもなく疲れたような感じがする	1. はい	0. いいえ

日本人を対象とする場合、介護保険制度の中の地域支援事業(介護予防)において、将来要介護となる可能性の高い高齢者である「二次予防事業対象者(旧：特定高齢者)」をスクリーニングするためのツールである「基本チェックリス

ト」を虚弱高齢者の判定に用いることが多い(表2)<sup>3)</sup>。基本チェックリストは、手段的ADL(5項目)、運動機能(5項目)、栄養(2項目)、口腔機能(3項目)、閉じこもり(2項目)、認知症(3項目)、うつ(5項目)の合計25項目の質問から構成



され、各項目に関してリスクの高い高齢者を抽出する内容となっている。厚生労働省の全国調査では、平成22年度における二次予防事業の対象者数は累計で約123万人とされており<sup>4)</sup>、高齢者人口(約2,900万人)の約4.2%がこの基準に該当することとなる。一方、同調査では基本チェックリストの実施者数は高齢者人口の約30%にとどまっており、実施率は低い水準にある。基本チェックリストの実施率が約70%と高い水準にある自治体の調査では、高齢者人口の約14.3%が二次予防事業対象者に該当するとされており<sup>5)</sup>、二次予防事業の対象者数はさらに多い可能性がある。

基本チェックリストにより二次予防事業の対象に該当するものは、各自治体が行う介護予防事業への参加が勧められることとなるが、二次予防事業の対象者はそれぞれが上記の項目において問題とされた項目に関する予防プログラムを受けることとなる。平成22年度の全国調査では、二次予防事業の新規対象者(約94万人)における基本チェックリストの該当項目は、運動機能(57.2%)、口腔機能(51.3%)、認知症(39.9%)、うつ(37.8%)、閉じこもり(14.2%)、栄養(8.6%)の順で割合が高いことが報告されており<sup>4)</sup>、運動機能の低下が高齢期における虚弱発生の引き金となっていることがうかがえる。

基本チェックリストにおける感度はおおむね良好とされるが、特異度は58～63%にとどまっている点に注意が必要である<sup>3)</sup>。実際に、地域在住の高齢者を対象に基本チェックリストにおける運動器の機能向上に関する項目を用いて、虚弱高齢者を選定し、運動機能特性を測定した報告では、基本チェックリストにより虚弱として判定された者の実際の運動機能特性は個人差が大きいことを報告している<sup>6)</sup>。さらに同報告では、虚弱の正確な診断には基本チェックリストに加えて、握力の測定などを組み合わせることで、判定精度が改善することを報告してい

る<sup>6)</sup>。基本チェックリストは、要介護への転落リスクが高い二次予防事業対象者のスクリーニングを目的として作成されたものであるが、妥当性の検証とさらなる精度の向上が必要と考えられる。

## 日本人のサルコペニアの実態

サルコペニアに関する研究は、筋量の評価を中心としたものが多く、筋力や運動機能に関する知見は少ない。しかしながら、筋量の減少が必ずしも筋力の低下と平行な変化を示すわけではない<sup>7)</sup>。この点を考慮すると日常生活動作に必要な筋力や、歩行や立ち上がり動作などの運動機能に関する評価も必要不可欠と思われる。実際に、先に欧州において策定されたサルコペニアの診断に関するガイドラインでは<sup>2)</sup>、筋量の低下のみを認める場合を「前サルコペニア」とし、低筋量に加えて低筋力または運動機能障害のどちらかを認める場合を「サルコペニア」、低筋量、低筋力、運動機能障害のすべてを認める場合を「重度サルコペニア」とした複合的なサルコペニア診断法を提唱している。

本稿では、サルコペニアを筋量、筋力、運動機能から捉えることとし、地域から無作為に抽出された一般住民におけるサルコペニアの実態について述べる。

### 1. 地域住民におけるデータの収集

一般の地域住民を対象とするコホート研究である「国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究(NILS-LSA)」は、平成9年より開始された<sup>8)</sup>。NILS-LSAは日本人の老化および老年病に関する詳細な縦断的データを収集し、日本人の老化像を明らかにするとともに、老化および老年病に関する危険因子を解明することを目的としている。対象者は長寿医療研究センター周辺の、観察開始時年齢が40～79歳までの地域住民であり、地方自治体の協力を得て、住民台帳から年齢・性別に層化した無作為

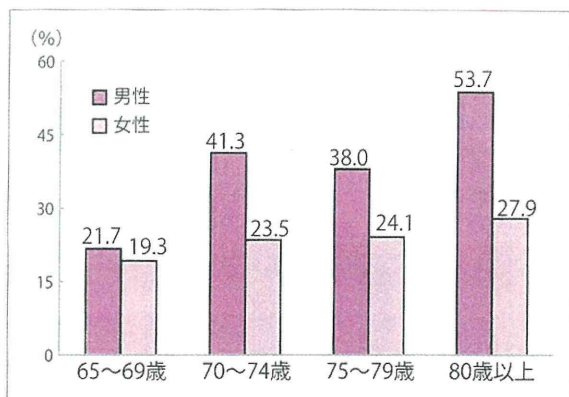


図2 性・年代別にみた筋量サルコペニアの有病率

DXA法により算出した四肢筋量の若年成人平均値の-2SDを基準としてサルコペニアの判定を行った。女性では年代による増減傾向は認められなかったが、男性では年代上昇で割合が有意に上昇していた(Cochran-Mantel-Haenszel 検定で  $p$  trend < 0.0001)

抽出によって選定された。選定された者を説明会に招き、調査の目的や方法などを十分に説明し、インフォームド・コンセントを得たうえで調査は実施された。

NILS-LSAは同一人物を対象に、医学、運動生理学、身体組成、栄養学、遺伝子解析などの調査を2年ごとに繰り返し行う縦断調査であった。NILS-LSAにおけるサルコペニアの評価に関連する調査としては、二重エネルギーX線吸収法(Dual energy X-ray Absorptiometry: DXA)による全身の筋量測定、形態計測、筋力測定、転倒調査、ADL低下に関する調査などを実施してきた。また、日常の身体活動量調査や食事・栄養摂取量調査、さらには遺伝子多型調査についても実施されている。

本稿では、NILS-LSAの第5次調査に参加した65～88歳までの中高年者944名(男性472名、女性472名)を対象に、筋量、筋力、運動機能をそれぞれ指標とするサルコペニアの有病率についてデータ解析を行った。

## 2. 筋量サルコペニア

筋量はDXA(Hologic QDR4500)による評価を用いた。DXA法により算出される四肢の除骨・

除脂肪量を四肢筋量とみなし、四肢筋量(kg)を身長(m)の2乗で除した補正四肢筋量(appendicular skeletal muscle index: ASMI,  $\text{kg}/\text{m}^2$ )をサルコペニアの指標とした<sup>9)</sup>。サルコペニアの判定には、ADL低下のリスクと関連を示すASMIの若年成人(18～40歳)平均値マイナス2標準偏差の値に相当する、男性 $6.87 \text{ kg}/\text{m}^2$ 、女性 $5.46 \text{ kg}/\text{m}^2$ をカットオフ値とし<sup>10)</sup>、性年代別にサルコペニアの有無を判定した。

解析の結果、65歳以上の男性の36.9%が、女性の23.1%がそれぞれサルコペニアに分類された。70～85歳の日本人集団を対象に、NILS-LSAと同じくDXA法を用いてASMIを求め、サルコペニアの有病率(カットオフ値: 男性 $6.87 \text{ kg}/\text{m}^2$ 、女性 $5.46 \text{ kg}/\text{m}^2$ )を検討した報告では、サルコペニア有病率は男性が56.7%、女性が33.6%とされており<sup>10)</sup>、NILS-LSAの解析の結果はおおむね一致する。NILS-LSAの解析の結果をもとに、総務省統計局発表の5歳階級別人口推計(平成23年6月時点)<sup>11)</sup>を用いて、全国サルコペニア有病者数推計を行ったところ、65歳以上のサルコペニア有病者数は男性462万人、女性390万2千人となり、合計850万人を超えると算出された。

また、年代上昇の影響を検討したところ、女性では年代上昇の影響は認められなかったが、男性では年代上昇に伴ってサルコペニアの有病率は上昇する傾向を示し(Cochran-Mantel-Haenszel 検定;  $p$  trend < 0.0001)、80歳以上の男性におけるサルコペニア有病率は53.7%にのぼった(図2)。診断基準や評価手法にもよるが、これらは筋量をサルコペニアの指標とする場合、加齢によるサルコペニアの進行に性差があることを示唆する結果といえる。一般的に筋量は、女性と比較して男性で多いことから、筋量の減少は男性で顕在化しやすい。さらに男性では、生理活性を有する遊離テストステロンの分泌量は加齢に伴い減少する。テストステロン

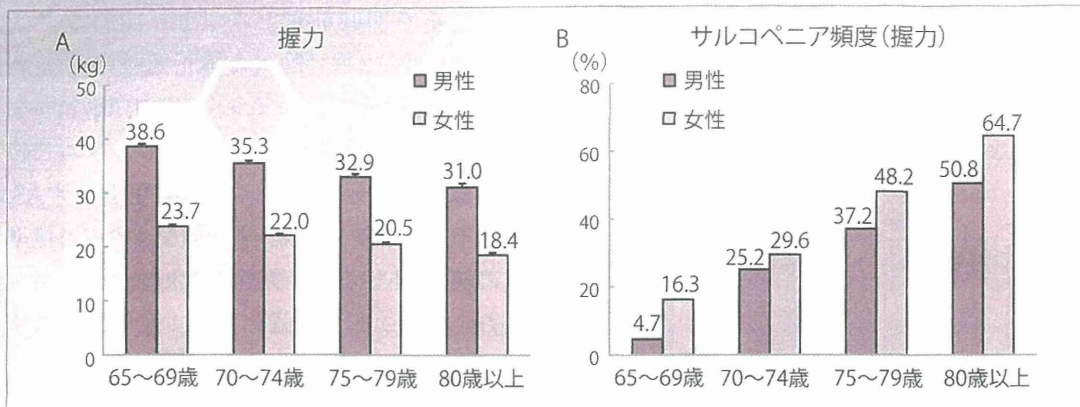


図3 性・年代別にみた握力とサルコペニアの有病率

握力の年代別平均値および標準誤差を示す(A)。握力は、男女ともに年代上昇による減少を認めた( $p$  trend < 0.0001)。また握力を男性31 kg、女性20 kgをそれぞれサルコペニアのカットオフとし、その有病率を性年代別に求めた(B)。男女とも年代上昇で割合が有意に上昇していた(Cochran-Mantel-Haenszel 検定で  $p$  trend < 0.0001)。

は、筋タンパク合成の促進や筋タンパク分解の抑制、筋の増殖や再生に関与する骨格筋組織特異的幹細胞である筋サテライト細胞の増殖を調整することなどが知られており、遊離テストステロンの加齢による低下は男性において筋量の減少を加速させる。

### 3. 筋力サルコペニア

筋力の評価は握力を指標とした。握力は下肢筋力の測定と比較して簡便に測定が可能であり、全身の筋量や筋力の指標となる。NILS-LSAにおける握力の測定は、スメドレー式握力計(竹井機器工業 T.K.K.5101)を用いて行い、利き手握力の値を用いてサルコペニアの判定を行った。サルコペニア判定における握力のカットオフ値として、ADLの低下と関連を示す男性31 kg、女性20 kgに設定し<sup>12)</sup>、サルコペニアの有無について性年代別に判定を行った。

図3に各年代別の握力の値と、握力を指標としたサルコペニア有病率を示す。握力は男女いずれも年代上昇に伴って低下した( $p$  trend < 0.0001)。サルコペニアの有病率は、65歳以上の男性では26.3%、女性では36.2%となり、5歳階級別人口推計をもとにした全国サルコペニア有病者数の推計値は<sup>11)</sup>、男性329万3千人、女性

612万4千人となった。また、年代上昇に伴う握力の低下により、サルコペニア有病率も上昇を示した(Cochran-Mantel-Haenszel 検定;  $p$  trend < 0.0001)。特に70歳以降ではサルコペニアの有病率は上昇し、80歳以上では男性の約50.8%、女性の約64.7%がサルコペニアと判定されるなど、多くの人で筋力が低下した状態にあることがうかがえる結果であった。

### 4. 運動機能サルコペニア

運動機能は歩行速度を指標としてサルコペニアの判定を行った。歩行速度は筋力低下の影響を強く受け、加齢に伴い低下する。また、歩行速度の低下は転倒とも関連するなど、歩行速度の測定はサルコペニアの評価において重要である。本稿では、欧州のサルコペニア診断のガイドラインにおいても用いられている普段通りの歩き方による、普通歩行速度をサルコペニアの指標とした。NILS-LSAにおける普通歩行速度の測定は、10mの歩行路を設定し、光電センサーと足圧マットからなる歩行測定器(ヤガミ YW-3)を用いて行った。サルコペニア判定における普通歩行速度のカットオフ値は、男女ともにADLの低下と関連を示す1 m/sec未満に設定し<sup>13)</sup>、サルコペニアの有無について性年代別に

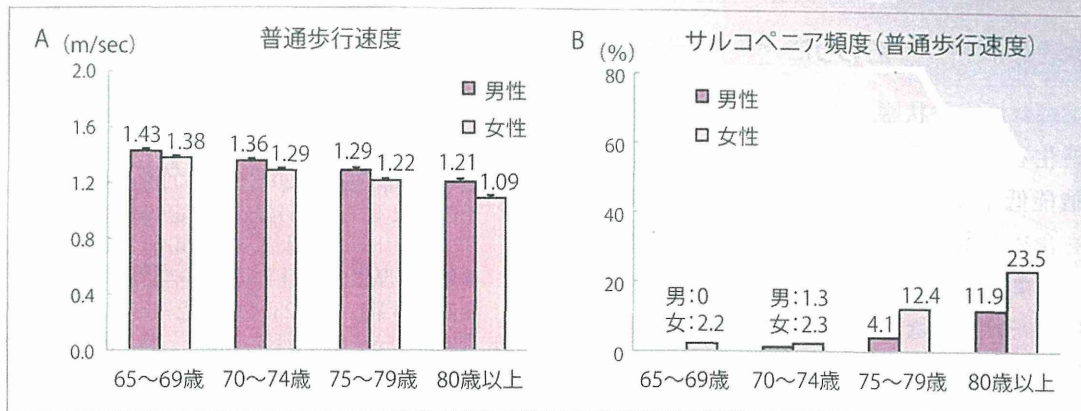


図4 性・年代別にみた歩行速度とサルコペニアの有病率

普通歩行速度の年代別平均値および標準誤差を示す(A)。普通歩行速度は、男女ともに年代上昇による減少を認めた(p trend < 0.0001)。また普通歩行速度1 m/sec (男女とも)をサルコペニアのカットオフとし、その有病率を性年代別に求めた(B)。男女とも年代上昇で割合が有意に上昇していた(Cochran-Mantel-Haenszel 検定で p trend < 0.0001)。

判定を行った。

図4に年代別の普通歩行速度の値と、普通歩行速度を指標とするサルコペニアの有病率を示す。普通歩行速度は、握力と同様に男女いずれも年代上昇に伴って低下した(p trend < 0.0001)。サルコペニアの有病率は、65歳以上の男性では3.2%、女性では8.3%となり、5歳階級別人口推計をもとにした全国サルコペニア有病者数の推計値は<sup>13)</sup>、男性39万9千人、女性139万6千人となった。また、歩行速度の年代上昇に伴う低下により、サルコペニア有病率も上昇を示している(Cochran-Mantel-Haenszel 検定; p trend < 0.0001)。普通歩行速度を指標とするサルコペニアの有病率は、握力を指標とした場合ほど高くはなく、70代前半まで比較的良好に保たれているといえる。しかしながら75歳以降その有病率は上昇し、80歳以上では男性の11.9%、女性の23.5%がサルコペニアと判定された。1 m/secは横断歩道の横断に必要な速度であり、75歳以上の後期高齢者では、外出時などにおいて日常生活に支障が生じていることが推察される。

#### 5. 虚弱とサルコペニアにみられる性差

女性は男性と比較して、虚弱や二次予防事業の対象者として判定される者が多い<sup>14)</sup>。また

NILS-LSAの解析では、握力および歩行速度を指標とするサルコペニアの有病率は、男性と比較して女性で高い結果となった。一般的に、女性の筋力は男性と比較して低いため、加齢に伴う筋力低下の影響を強く受けることになる。虚弱や二次予防事業の対象者判定や、握力、普通歩行速度を指標とするサルコペニア有病率にみられる性差は、このことを反映した結果と思われる。日本では平均寿命は女性の方が男性よりも7歳近く長い<sup>15)</sup>が、虚弱女性の死亡率は同じ虚弱男性よりも高いという報告もあり<sup>14)</sup>、女性を対象とした虚弱やサルコペニアの予防や改善の取り組みは、より重要といえるかもしれない。

また興味深いのは、ASMIは男性では年間約0.3%低下するが、女性ではASMIの低下はほとんどない。一方、男女ともに握力は年間約0.8%、普通歩行速度は年間約0.5%ずつ低下する。これらは、女性では筋の量的変化よりも、脂肪変性や運動神経の減退、速筋線維の萎縮など、筋の質的变化の影響の方が大きいことを示唆している。女性を対象にサルコペニアの治療および介入を行う際は、筋量のみで評価するのではなく、筋力または運動機能の評価を組み合わせる必要があると思われる。