

高齢者のサルコペニアと筋力トレーニング

高木大輔¹⁾ 石黒友康¹⁾

Effect of Resistance Training in Older Adults with Sarcopenia

TAKAGI Daisuke and ISHIGURO Tomoyasu

抄 録

高齢化率が進むにつれて加齢に伴う筋肉量の減少、サルコペニア（Sarcopenia）が大きな問題として取り上げられている。現在、スクリーニング検査の開発により、早期からサルコペニアの抽出が可能になりつつある。介入では、高齢者も実施しやすい低強度負荷による筋力トレーニングの効果が報告されている。しかし、高齢者の骨格筋量の改善に対して、高強度負荷が必要であるとの指摘もあり、個々の状態に合わせた運動処方が重要である。

筋線維は、主に Type I 線維（遅筋）と Type II 線維（速筋）に大別される。サルコペニアは Type II 線維（速筋）の減少を特徴とするが、筋力トレーニングの強度、期間、頻度、量のいずれも各々の筋線維組成の増加ならびに筋力に関連は認めないことが報告されている。一方で、高強度の筋力トレーニングにより、Type I 線維、Type II 線維ともに筋肥大を起こすともされている。運動強度の重要性は何えるが、高強度の筋力トレーニングを実施できない高齢者も多くいるため、今後さらなる知見の構築が必要である。

キーワード：高齢者

筋力トレーニング

サルコペニア

1) 健康科学大学 健康科学部 理学療法学科

はじめに

日本では、急速に65歳以上の高齢者の人口割合が増加している。高齢化に伴い、サルコペニア (Sarcopenia) が大きな問題として取り上げられている。1989年に、Rosenberg が加齢に伴う筋肉量の減少を「サルコペニア」と提唱したことがはじまりであり、後に筋力低下なども概念に含まれるようになった^{1,2)}。

サルコペニアは、ストレスに対する脆弱性が亢進し、健康を崩しやすい状態である「フレイル (Frailty)」の発症に影響を与える³⁾。サルコペニアの有病率は、地域在住高齢者で男性が8.2–21.8%、女性が6.8–22.1%とされている^{4,5)}。要支援・要介護高齢者においては、全体の約40%がサルコペニアを呈する⁶⁾。したがって、高齢者が1日でも長く自立した生活を送るために、サルコペニアの予防・改善は重要な課題である。

そこで本稿では、まずサルコペニアの判断基準を解説し、次に臨床現場でサルコペニアの有無を簡便に予測できるスクリーニング検査を紹介する。その後高齢者に対する筋力トレーニングの効果と注意点を説明することで、サルコペニアの予防・改善に少しでも寄与できればと考えている。

サルコペニアの判断基準

サルコペニアの有無を判断する方法として、EWGSOP (European Working Group on Sarcopenia in Older People) は、身体機能 (歩行速度)、筋力 (握力)、筋肉量を用いている⁷⁾。2014年には、AWGS (Asian Working Group for Sarcopenia) が⁸⁾、アジア人向け (60歳または65歳以上) のサルコペニアの判断アルゴリズムを提唱し、歩行速度 and/or 握力の低下かつ筋肉量の低下にてサルコペニアと判断する (表1)⁸⁾。筋肉量は、骨格筋量指標 [SMI : Skeletal Muscle Mass Index, 四肢筋肉量 (kg)/身長 (m)²] として計算される。日本人を対象とした SMI (kg/m²) の cut off 値もあり、DXA (Dual X-ray Absorptiometry) 法で男性が6.87kg/m²、女性が5.46kg/m²、BIA (Bioelectrical Impedance Analysis) 法で男性が7.0kg/m²、女性が5.8kg/m²である^{9,10)}。

上述のように、通常サルコペニアの有無を判断するためには、筋肉量の測定が必要である。しかし臨床では、DXA 法や BIA 法により筋肉量が測定できない場合も少なくない。その際は、真田ら¹¹⁾ が DXA 法による SMI を算出する推定式を開発しており、

表1 サルコペニアの判断に用いる cut off 値

項目	男性	女性
筋肉量 (DXA 法)	7.0kg/m ² 未満	5.4kg/m ² 未満
筋肉量 (BIA 法)	7.0kg/m ² 未満	5.7kg/m ² 未満
握力	26kg 未満	18 kg 未満
歩行速度	0.8 m/sec 以下	0.8 m/sec 以下

DXA: Dual X-ray Absorptiometry, BIA: Bioelectrical Impedance Analysis

男性が $[0.326 \times \text{BMI (Body Mass Index)} - 0.047 \times \text{腹囲} - 0.011 \times \text{年齢} + 5.135 (R^2=0.68, \text{SEE}=0.40)]$ 、女性が $[0.156 \times \text{BMI} + 0.044 \times \text{握力} - 0.010 \times \text{腹囲} + 2.747 (R^2=0.57, \text{SEE}=0.17)]$ である。年齢、BMI、握力、腹囲という簡便な方法で、SMIを予測できる有効な手段であると言える。また下方¹²⁾は、歩行速度または握力の低下かつ筋肉量の代用に、BMIまたは下腿周径の低下を指標にすることを提案している。

他の方法として、Ishii et al¹³⁾は年齢、握力、下腿周囲長からサルコペニアを判断する方法を報告している。椅子からの5回の立ち上がり時間もスクリーニング検査として使用できる可能性があり、60歳以上の高齢女性（平均年齢：74.8±9.9歳）を対象としたcut off値は13秒である¹⁴⁾。また下腿周径自体が筋肉量の低下に対する指標となり、男性で34cm未満、女性で33cm未満が目安となる¹⁵⁾。さらに自分自身の指でふくろはぎを囲む「指輪っかテスト」があり、指とふくろはぎとの間に隙間ができる集団では、囲めない集団に比べサルコペニアの有病率が高いことが報告されている¹⁶⁾。

筋力トレーニング

1) 運動強度

米国スポーツ医学会 (American College of Sports Medicine: ACSM) は、高齢者の筋力トレーニングに対して、開始当初は低強度 $[40-50\% 1 \text{ RM (Repetition Maximum)}]$ 、10-15回、1セット、週2-3回とし、負荷は漸増的に上げていくことを推奨している¹⁷⁾。高齢者において、40% 1 RMの負荷で筋力トレーニングの効果を認める¹⁸⁾。また低強度負荷 (30% 1 RM) であっても、疲労困憊まで実施することで、高強度負荷 (80% 1 RM) と同様な筋肥大が得られる¹⁹⁾。さらに運動様式が、3秒で拳上・1秒休止・3秒で降下を特徴した筋発揮張力維持スロー法 (Low-Loaded Resistance Exercise With Slow Movement and Tonic Force Generation: LST) を用いることで、30% 1 RMで筋量や筋力の改善が認めることが報告されている²⁰⁾。

一方で、高齢者の筋力トレーニングに対するシステマティックレビューでは、骨格筋量を増加させるためには、高強度負荷 (1 RMの80%以上)、8-12回、2-3セットが必要であるとの指摘もある²¹⁾。個々の身体機能などにより、運動の効果の発現は異なるため²²⁾、ACSMでも提唱している、開始当初は身体的リスクが少ない低強度の筋力トレーニングから実施し、その後は個人の状態に合わせて段階的に負荷を上げていくのが良いであろう。

2) 運動部位

加齢により下肢筋や体幹筋などが萎縮する。Ikezoe et al²³⁾は、測定対象である大腰筋、大殿筋、中殿筋、小殿筋、大腿二頭筋、外側広筋、大腿直筋、中間広筋、腓腹筋、ヒラメ筋が、若年者に比べ高齢者で萎縮しており、特に大腰筋で顕著であったことを報告している。同様に体幹筋では、多裂筋、腹横筋、脊柱起立筋、腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋が高齢者で萎縮しており、腹斜筋群でその傾向が強い²⁴⁾。加齢により、主要筋の萎縮が生じることが推測されるが、各筋で萎縮の程度は異なり、それぞれのADL

(Activities of Daily Living) 動作により主動作筋も変化する。また大腿四頭筋の筋量は低下するが、内転筋やハムストリングスは有意に変化しないとの報告もあるため²⁵⁾、個々の状態を適切に評価することが大切である。

3) 筋線維組成

筋線維は、主に Type I 線維 (遅筋) と Type II 線維 (速筋) に大別される。一般的にサルコペニアで減少するのは Type II 線維 (速筋) である。筋力トレーニングによる筋線維組成 (Type I と Type II 線維) の変化をみた研究では、強度 (% 1 RM)、期間 (週)、頻度 (日 / 週)、量 (セット × 回数) のいずれも各々の筋線維組成の増加ならびに筋力との関連性は認めていない^{26, 27)}。一方で、Fry²⁸⁾ は Type I 線維、Type II 線維ともに運動強度が増加するにつれて筋肥大の割合が増大し、筋肥大の最適な強度は 80-95% 1 RM であるとしている。実際に 85% 1 RM の筋力トレーニングにより、Type I 線維と Type II 線維の双方に肥大を認めたとの報告もある²⁹⁾。運動強度の重要性は何えるが、高強度の筋力トレーニングを実施できない高齢者も多くいるため、今後さらなる知見の構築が必要である。

まとめ

本稿では、サルコペニアの有無を判断するために、標準的かつ簡易的な評価方法を紹介した。また高齢者に対する筋力トレーニングの効果と注意点について解説した。今後、サルコペニアを簡便かつ適切に抽出できるスクリーニング検査の開発や改良が必要であると考えられる。また個々が実施しやすく、目的とした筋群を効率的に強化できる筋力トレーニングの最適な強度、期間、頻度、内容をより明確にすることで、トレーニング効果を最大限に発揮することが可能になるとと思われる。

〈引用文献〉

- 1) Ronsenberg IH. (1989): Summary comments. *AM J Clin Nutr* 50, pp. 1231-1233.
- 2) Ronsenberg IH. (1997): Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr* 127, pp. 990S-991S.
- 3) Xue QL, Bandeen-Roche K, Varadhan R et al. (2008): Initial manifestations of frailty criteria and the development of frailty phenotype in the Women's Health and Aging Study II. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 63, pp. 984-990.
- 4) Yoshida D, Suzuki T, Shimada H et al. (2014): Using two different algorithms to determine the prevalence of sarcopenia. *Geriatr Gerontol Int* 14, pp. 46-51.
- 5) Yamada M, Nishiguchi S, Fukutani N et al. (2013): Prevalence of sarcopenia in community-dwelling Japanese older adults. *J Am Med Dir Assoc* 14, pp. 911-915.
- 6) 加茂智彦, 鈴木留美子, 伊藤梢ら. (2013): 地域在住要支援・要介護高齢者におけるサルコペニアに関連する要因の検討. *理学療法学* 40, pp. 414-420.
- 7) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM et al. (2010): Sarcopenia: European consensus on definition

- and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 39, pp. 412-423.
- 8) 荒井秀典. (2015): サルコペニアの欧米・アジアの定義と診断基準. *整形・災害外科* 58, pp. 139-143.
 - 9) Sanada K, Miyachi M, Tanimoto M et al. (2010): A cross-sectional study of sarcopenia in Japanese men and women: reference values and association with cardiovascular risk factors. *Eur J Appl Physiol* 110, pp. 57-65.
 - 10) Tanimoto Y, Watanabe M, Sun W et al. (2012): Association between muscle mass and disability in performing instrumental activities of daily living (IADL) in community-dwelling elderly in Japan. *Arch Gerontol Geriatr* 54, pp. e230-e233.
 - 11) 真田樹義, 宮地元彦, 山元健太ら. (2010): 日本人成人男女を対象としたサルコペニア簡易評価法の開発. *体力科学* 59, pp. 291-302.
 - 12) 下方浩史, 安藤富士子. (2012): 日常生活機能と骨格筋量、筋力との関連. *日老医誌* 49, pp. 195-198.
 - 13) Ishii S, Tanaka T, Shibasaki K et al. (2014): Development of a simple screening test for sarcopenia in older adults. *Geriatr Gerontol Int* 14, pp. 93-101.
 - 14) Pinheiro PA, Carneiro JA, Coqueiro RS et al. (2016): "Chair Stand Test" as Simple Tool for Sarcopenia Screening in Elderly Women. *J Nutr Health Aging* 20, pp. 56-59.
 - 15) Kawakami R, Murakami H, Sanada K et al. (2015): Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women. *Geriatr Gerontol Int* 15, pp. 969-976.
 - 16) 飯島勝矢. (2014): サルコペニア危険度の簡易評価法「指輪っかテスト」. *臨床栄養* 25, pp. 788-789.
 - 17) Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR et al. (2011): American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 43, pp. 1334-1359.
 - 18) Seynnes O, Fiatarone Singh MA, Hue O et al. (2004): Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 59, pp. 503-509.
 - 19) Mitchell CJ, Churchward-Venne TA, West DW et al. (2012): Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. *J Appl Physiol* (1985) 113, pp. 71-77.
 - 20) Watanabe Y, Madarame H, Ogasawara R et al. (2014): Effect of very low-intensity resistance training with slow movement on muscle size and strength in healthy older adults. *Clin Physiol Funct Imaging* 34, pp. 463-470.
 - 21) 宮地元彦, 安藤大輔, 種田行男ら. (2011): サルコペニアに対する治療の可能性: 運動介入効果に関するシステムティックレビュー. *日老医誌* 48, pp. 51-54.
 - 22) Yamada M, Arai H, Uemura K et al. (2011): Effect of resistance training on physical performance and fear of falling in elderly with different levels of physical well-being. *Age Ageing* 40, pp. 637-641.
 - 23) Ikezoe T, Mori N, Nakamura M et al. (2011): Age-related muscle atrophy in the lower extremities

- and daily physical activity in elderly women. Arch Gerontol Geriatr 53, pp. e153-e157.
- 24) Ikezoe T, Mori N, Nakamura M et al. (2012): Effects of age and inactivity due to prolonged bed rest on atrophy of trunk muscles. Eur J Appl Physiol 112, pp. 43-48.
- 25) Ogawa M, Yasuda T, Abe T. (2012): Component characteristics of thigh muscle volume in young and older healthy men. Clin Physiol Funct Imaging 32, pp. 89-93.
- 26) Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. (2004): Effects of resistance training on older adults. Sports Med 34, pp. 329-348.
- 27) 大藏倫博, 角田憲治, 辻大士ら. (2010) : サルコペニア – 研究の現状と臨床への応用 – サルコペニア予防のエビデンス – レジスタンストレーニングを中心として –. Geriat Med 48, pp. 197-200.
- 28) Fry AC. (2004): The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. Sports Med 34, pp. 663-679.
- 29) Lexell J, Downham DY, Larsson Y et al. (1995): Heavy-resistance training in older Scandinavian men and women: short- and long-term effects on arm and leg muscles. Scand J Med Sci Sports 5, pp. 329-341.

Abstract

Effect of Resistance Training in Older Adults with Sarcopenia

With the increasing population aging rate, sarcopenia, the loss of muscle mass due to aging, has become a major problem. Early detection of sarcopenia has been made possible with the development of screening tests. Low-intensity resistance training has been reported to be effective and easily implemented in intervening older adults. It has also been pointed out, however, that high-intensity resistance training is necessary to improve the muscle mass in older adults. Different exercise protocols should be considered according to the condition of each patient.

Muscle fibers are generally classified as Type I (slow twitch) or Type II (fast twitch) muscle fibers. Sarcopenia is characterized by a decrease in Type II muscle fibers. Some studies have reported that the intensity, duration, frequency, and amount of resistance training are unrelated to specific muscle fiber hypertrophy and muscle strength, while others suggest that high-intensity resistance training may result in both Type I and Type II muscle fiber hypertrophy. It is difficult for many older adults to perform high-intensity resistance training. Adjustment of exercise intensity may be important for muscle fiber hypertrophy. Future studies are needed to explore this topic further.

Key words : Older adults

Resistance training

Sarcopenia