

サルコペニアに対する高強度運動の有効性

江藤 幹¹⁾、山田 陽介^{2) 3) 4)}

Effectiveness of high-intensity exercise on sarcopenia

Miki ETO¹⁾, Yosuke YAMADA^{2) 3) 4)}

Abstract

It is important to place emphasis not only on muscle mass but also on muscle strength and physical performance when it comes to the prevention and/or improvements of sarcopenia. To date, some reports have suggested that light-intensity physical activity is unable to prevent reduction in fat-free mass. People who regularly engage in moderate to vigorous physical activity have been shown to have a lower risk for developing mobility limitation. Furthermore, moderate to vigorous physical activity can improve psychological outcomes (i.e. quality of life, self efficacy, depression). Because physical fitness levels among older adults seem to differ considerably, we need to pay attention to their relative intensity during exercise. In general, high intensity physical activity is more effective to prevent sarcopenia than low intensity physical activity among older adults.

Keywords : high-intensity exercise, moderate to vigorous physical activity, sarcopenia

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科 Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba
〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan
電話 029-853-5600 (ext: 8365) 電子メール eto@stat.taiiku.tsukuba.ac.jp
Phone: +81-29-853-5600 (ext: 8365) E-mail: eto@stat.taiiku.tsukuba.ac.jp

2) 福岡大学大学院スポーツ健康科学研究科
Graduate school of Sports and Health Science, Fukuoka University

3) 京都府立医科大学医学部看護学科
School of Nursing, Kyoto Prefectural University of Medicine

4) 日本学術振興会特別研究員
Japan Society for the Promotion of Science

はじめに

サルコペニアとは、加齢に伴う骨格筋量および筋力が低下する状態を指す。平成21年厚生労働省人口動態統計月報年計¹⁾によると、主な死因の構成割合は、高齢になるにつれ老衰の占める割合が高まっており、国民一人ひとりが高齢になっても自立した生活を営む必要性を示唆している。サルコペニアは、日常生活動作 (activities of daily living: ADL) や生活の質 (quality of life: QoL) を低下させるのみならず、転倒によるけがの危険性を増加させ、場合によっては身体的自立を妨げ、寝たきりにつながる可能性がある。また、筋肉量の減少による糖・脂質代謝能の低下に伴い、肥満や糖尿病などの生活習慣病を罹患しやすくなると考えられる。したがって、超高齢社会に突入した本邦において、サルコペニア予防策の考案は急務である。

サルコペニアは老年症候群の一つとして、その臨床的意義は高いと考えられているものの、メタボリックシンドロームのように一律の基準がなく、定義の曖昧な状態が続いている。その大きな理由の一つに、骨格筋量とその後の健康状態の悪化との関連が必ずしも強くないことが挙げられる。こうした状況の中、2010年4月にヨーロッパの老年医学会 (European Union Geriatric Medicine Society) においてワーキンググループ (European Working Group on Sarcopenia in Older People: EWGSOP) が組織され²⁾、そのコンセンサスとして、サルコペニアの定義には、骨格筋量と筋力、身体機能の3つを含める必要があるとしている。骨格筋量の正確な測定には、MRI (核磁気共鳴画像法; magnetic resonance imaging)、CT (コンピュータ断層撮影; computed tomography)、DXA (二重エネルギー X線吸収法; dual energy X-ray absorptiometry) などの大型装置が必要となることから、最初に筋力と歩行速度を測定し、サルコペニアの疑いがあれば筋量測定を実施するという方法が提唱されている。高齢者の筋量評価の問題点を論じるのは別の機会に譲るとして、このような状況を踏まえると、サルコペニアの対策には、筋量のみならず、筋力や身体機能に着目する必要があると考えられる。EWGSOP が提唱するのは、握力と歩行速度の測定であり、これは2009年3月に厚生労働省から発表されている「介護予防のための生活機能評価に関するマニュアル (改訂版)」³⁾ においても示されている。近年、British Medical Journal⁴⁾ やJAMA⁵⁾ に発表された大規模なコホート研究において、握力や歩行速度が高齢者の死亡率と強く関連することが示されている。また、Kimura et al.⁶⁾ が日本人自立高齢者を対象に、体力の7年間の縦断変化を調べたところ、握力と歩行速度は加齢

に伴って縦断的に低下しており、体力年齢の重要な構成因子となっていた。こうした研究からも、握力と歩行速度に代表される筋力や筋機能は、サルコペニアを論じる上で、筋量と並んで重要な要素であると考えられる。

本稿では、高齢者のサルコペニアの予防・改善のために、1) 低強度の運動で十分な効果が得られるのか、2) 幅広い体力レベルの高齢者に対して高強度運動を展開することは可能なのか、という2点について議論を深め、高強度運動の有用性を論じたい。

高齢者における運動強度の考え方

高齢者における運動強度を考える際に、まず考慮しなければならないのは、加齢に伴って筋力 (1 repetition maximum: 1RM) や有酸素性作業能 ($\dot{V}O_2\max$) が低下することである。 $\dot{V}O_2\max$ が低下すれば、乳酸閾値 (lactate threshold: LT) も低下する。さらに、高齢者にはさまざまな有疾患者が多く含まれることから、握力が女性で20kg、男性で30kgを下回ったり、 $\dot{V}O_2\max$ が20mL/kg/minを下回ったりすることがしばしば散見される。そのため、若年者にとって低強度とされる運動であっても、高齢者にとっては高強度にあたる場合もある。例えば、要介護の高齢者に、座位で弱いチューブ運動を実施して、筋力が高まったという結果があったとしても、低強度の運動で効果があるという判断には簡単には結び付かない。したがって、チューブ運動がその対象者にとって、1RMの何%であったのかといった議論が必要となる。筋力トレーニングに関しては、Peterson & Gordon⁷⁾ は、1RMの60%未満を低強度 (low)、60%~69%をやや低強度 (low/moderate)、70%~79%をやや高強度 (moderate/high)、80%以上を高強度 (high) と分類している。また、有酸素性運動については、アメリカスポーツ医学会 (ACSM) の運動処方⁸⁾の指針が、体力レベル別の相対的な運動強度の分類を表している。たとえば Malatera et al.⁹⁾ は、平均年齢約65歳と80歳の健常で自立した高齢者の $\dot{V}O_2\max$ 、換気性作業閾値、および通常の歩行速度中の $\dot{V}O_2$ を計測した結果を報告している。報告によると、80歳群の平均は、 $\dot{V}O_2\max$ は6.6 METs (1 METs = 3.5 mL/kg/min)、通常歩行中は、歩行速度が1.16 m/sにも関わらず、約3.9 METsで酸素摂取予備量 ($\dot{V}O_2R$) は60%であった⁹⁾。これは、中等度と高強度運動との境界値に相当している。つまり元気で整形外科的、神経学的、呼吸循環学的、認知的疾患のない自立した高齢者でも80歳となれば、通常の歩行でも中~高強度の運動に相当し、それを超えた運動であれば、いずれの運動でも高い強度の運動ということに相当する。高齢者における運動強度を考える際には、こうした相対

的な強度を利用すべきであろう。

サルコペニアの予防・改善に運動強度は重要な要素か

Daly et al.¹⁰⁾ は、50～80歳の男女358人を対象に、日常の身体活動量とその変化を調査し、10年間の握力と歩行速度の低下に与える影響を検討している。日常の身体活動量については、仕事と余暇活動の両方を質問紙法で調べている。その結果として、日常の身体活動量およびその変化は、バランス能力や骨密度には好影響を与えるものの、握力と歩行速度には関係しなかったことを報告している。また、Manini et al.¹¹⁾ は、二重標識水法によって高齢者の日常生活における身体活動によるエネルギー消費量 (activity energy expenditure: AEE) を測定し、平均6.15年間の追跡結果から、AEEが死亡率と関連することを報告したが、DXAによる体組成の変化を検討した平均4.9年間の追跡調査¹²⁾ では、AEEは除脂肪量の変化に影響を与えていなかった。高齢者におけるAEEの決定因子は低～中強度の身体活動で、特に3～4 METs程度かそれ以下 (特に2～3 METs) の活動量の多寡がAEEに反映される¹³⁾。したがって、この結果は、低～中強度の運動では除脂肪量の低下を抑制できない可能性を示しており、中強度以上のより積極的な運動の必要性を示唆している。

Visser et al.¹⁴⁾ は、Health ABC studyに参加し、4.5年間の追跡が可能であった3075人の高齢者 (ベースライン時点で70～79歳) を対象に、中高強度運動の実施が下肢の移動機能障害 (400 m歩行か10段の階段昇りの困難性) の発症に及ぼす影響を検討した。その結果、日常生活が不活動であるグループのみならず、日常生活が活動的であるが中高強度運動を実施していないグループに比べても、中高強度運動を実施しているグループで、移動機能障害の発生率が低かったことを報告している。

筋力トレーニングの効果を検証した介入研究に対するレビュー^{15, 16)} を概観すると、いずれのレビューにおいても、運動強度と筋力増加との間に有意な関係を認めている。また、高強度運動は、身体機能や体力だけでなく、骨密度に対しても有用であり¹⁷⁾、さらに、うつ症状^{18, 19)} やQoL^{20, 21)}、セルフエフィカシー²⁰⁾ などの心理指標に対しても改善効果のあることが報告されている。これらの報告から、高齢者を対象とした健康支援には、個人の体力レベルを考慮しつつ、可能な範囲で高い運動強度で実施することが有用であることが示唆される。

幅広い体力レベルの高齢者に対して高強度運動を展開することは可能か

サルコペニアを予防するための高強度運動と言うと、専門的な大型のトレーニング装置を用いて、高い強度

表1. サルコペニアの予防と高強度運動

研究	調査期間と研究デザイン			主な結論
	対象者数(性)	年齢	期間	
Daly et al. ¹⁰⁾	358名 (男: 152名, 女: 206名)	50～80歳	10年間	日常の身体活動と歩行速度との変化 10年間の握力と歩行速度の低下に与える影響
Manini et al. ¹¹⁾	302名 (男: 150名, 女: 152名)	70～82歳	6.15年間	AEEは除脂肪量の変化に AEEはその後の死亡率と関連する。
Manini et al. ¹²⁾	302名 (男: 150名, 女: 152名)	70～82歳	4.9年間	AEEは除脂肪量の変化に AEEは除脂肪量の変化に影響を及ぼさない。
Visser et al. ¹⁴⁾	3075名 (男: 1443名, 女: 1544名)	70～79歳	4.5年間	中高強度運動が下肢の移動機能障害 の発症に及ぼす影響 中高強度運動を実践していると、1) 日常が不活動であること、2) 日常生活は活動的であるが、中高強度運動を実施していないことに比べて移動機能障害の発生率が低い。

※AEE: activity energy expenditure; 日常生活における活動によるエネルギー消費量, DLW: doubly labeled water, DXA: dual energy X-ray absorptiometry

(例えば80% 1RM) で実施する筋力トレーニングを想像しがちである。しかし、実際には、工夫次第で多様な方法が存在する。例えば、プールでウェイトジャケットを装着して運動すれば、安全で高い強度の運動ができることが知られている²²⁾。また、Bean et al.²³⁾ は、移動機能に困難がある高齢者に、重りつきのジャケットを着てもらい、約40段の階段昇降を1セットとして、2分間の休憩を挟みながら合計3セットを週に3回実施したところ、下肢の筋パワーに有意な向上を認めている。Wisloff et al.²⁴⁾ は、ウォーキングによる高強度インターバルトレーニングを、平均 $\dot{V}O_2\text{peak}$ が13mL/kg/minと非常に低下した心不全患者に対して、監視下で週2回、自宅で週1回実施したところ、筋内代謝シグナルなど、多くの身体機能が改善したことを報告している。Mangione et al.²⁵⁾ は、大腿骨頸部骨折患者に対して、持ち運び可能なトレーニング機器と自重での8RM (約80% 1RM) 強度の監視下での運動を自宅で実施したところ、筋力や歩行速度の向上が観察されたことを報告している。高強度運動には、危険性も伴うため、安全に実施するためには、専門的な知識を有する指導者の存在が不可欠であるが、低体力者や有疾患者に対しても、高強度運動は実行可能で、筋力増加や身体機能の改善効果があることから、幅広い体力レベルの高齢者に対して、高強度運動は実行可能であると考えられる。また、たとえばさまざまな年齢の心不全患者においても近年では高強度インターバルトレーニングの有用性と安全性の検証が大規模に実施され始めている²⁶⁾。その結果、非常に有用なことと心臓に対して少なくとも終了直後には大きな負担はないといったことなどのエビデンスが蓄積され始めている。加えて、先に挙げたMalatera et al.の研究⁹⁾ を踏まえるならば、自立した元気な高齢者であっても80歳となれば、通常の歩行でさえ、やや高強度～高強度の運動に相当することから、基本的には、相対的な高強度の運動 (ACSMのガイドラインによると $\dot{V}O_2R$ が60%前後の運動) を実施していく必要がある。しかし、高齢者に対する高強度運動がサルコペニアに与える影響を低強度運動と直接比較した研究は少なく、さらなるエビデンスが必要と考えられる。

高強度運動の限界

これまで、高強度運動がサルコペニア予防に与える有用性について述べてきたが、高強度運動には、危険性が伴い、適切な運動処方や監視が必要である。よって、一般的にはポピュレーションアプローチに適しにくいなどの問題点がある。実際、現在のガイドラインでは、高強度運動は例えば心不全患者には推奨されていない²⁷⁾。ま

た超高齢者では、運動中や負荷試験中に死亡する、心血管系のリスクが増すという証拠もある⁸⁾。したがって、心疾患の症状や疾患のない超高齢者であっても、過度のリスクが少ない低強度 (3 METs以下) の運動プログラムで開始すること²⁸⁾ などが定められている。しかし、可能な範囲で健康効果を高めようとするならば、中等度に高強度の運動を合わせた有酸素性運動、筋力増強運動プログラムが推奨されていること²⁹⁾ から、安全性に十分注意した上で高強度運動を取り組んでいくことが、サルコペニア予防にも効果的と考える。ここで注意すべきなのは、80歳の高齢者にとっては、疾患がない自立高齢者であっても、通常歩行 (Malatera et al.の研究では1.16m/s⁹⁾) を少し超えるだけで相対的な高強度になることから、指導者は高齢者に特化した運動指導をおこなうことが必要である。

まとめ

筋力や歩行速度、筋量といったサルコペニアの指標の加齢に伴う低下を予防するためには、日常生活での身体活動だけでは十分ではなく、積極的な高強度の運動が必要とされる。サルコペニア予防に加えて、高強度運動には低強度運動よりも骨密度、うつ症状、QoL、セルフエフィカシーなどのいくつかの健康指標に対する改善効果も強く認められる。低体力者や有疾患者に対しても、個人の体力レベルに合わせた高強度運動を選択・実施することは可能である。高強度運動には、危険性も伴うため、安全に実施するためには、専門的な知識を有する指導者の存在が不可欠であるが、さまざまな高強度運動に挑戦することは、サルコペニア予防において、極めて重要であると考えられる。

謝辞

本稿は、第12回日本健康支援学会年次学術集会プレカンファレンス (2011年2月18日) において開催された「健康支援に関わる若手研究者による運動と栄養に関するディベート」の内容の一部をまとめたものである。

ディベートの開催をご支援下さいました熊谷秋三先生、林直亨先生 (九州大学) をはじめとする大会運営者の皆様、ならびに、企画調整にご尽力下さいました、中田由夫先生 (筑波大学)、大河原一憲先生 (国立健康・栄養研究所)、飛奈卓郎先生 (福岡大学) をはじめとする健康支援若手の会の皆様に、記して感謝の意を表します。

文献

1. 厚生労働省, 平成21年人口動態統計月報年計 (概

- 数) の概況, 2010, <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai09/dl/gaikyou.pdf>, Access date 2011/05/05
2. 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: 412-23.
 3. 厚生労働省, 介護予防のための生活機能評価に関するマニュアル (改訂版), 2009, <http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1c.pdf>, Access date 2011/05/05
 4. Cooper R, Kuh D, Hardy R, Objectively measured physical capability levels and mortality: systematic review and meta-analysis, *BMJ*, 2010; 341: c4467.
 5. Studenski S, Perera S, Patel K, et al., Gait speed and survival in older adults, *JAMA*, 2011; 305: 50-8.
 6. Kimura M, Mizuta C, Yamada Y, Okayama Y, Nakamura E, Constructing an index of physical fitness age for Japanese elderly based on 7-year longitudinal data: sex differences in estimated physical fitness age, *Age (Dordr)*, 2011.
 7. Peterson MD, Gordon PM, Resistance exercise for the aging adult: clinical implications and prescription guidelines, *Am J Med*, 2010; 124: 194-8.
 8. American College of Sports Medicine, 運動処方の方針 運動負荷試験と運動プログラム 原書第8版 監訳 日本体力医学会体力科学編集委員会, 2011.
 9. Malatesta D, Simar D, Dauvilliers Y, et al., Aerobic determinants of the decline in preferred walking speed in healthy, active 65- and 80-year-olds, *Pflugers Arch*, 2004; 447: 915-21.
 10. Daly RM, Ahlborg HG, Ringsberg K, Gardsell P, Sernbo I, Karlsson MK, Association between changes in habitual physical activity and changes in bone density, muscle strength, and functional performance in elderly men and women, *J Am Geriatr Soc*, 2008; 56: 2252-60.
 11. Manini TM, Everhart JE, Patel KV, et al., Daily activity energy expenditure and mortality among older adults, *JAMA*, 2006; 296: 171-9.
 12. Manini TM, Everhart JE, Anton SD, et al., Activity energy expenditure and change in body composition in late life, *Am J Clin Nutr*, 2009; 90: 1336-42.
 13. Yamada Y, Yokoyama K, Noriyasu R, et al., Light-intensity activities are important for estimating physical activity energy expenditure using uniaxial and triaxial accelerometers, *Eur J Appl Physiol*, 2009; 105: 141-152.
 14. Visser M, Simonsick EM, Colbert LH, et al., Type and Intensity of Activity and Risk of Mobility Limitation: The Mediating Role of Muscle Parameters, *Journal of the American Geriatrics Society*, 2005; 53: 762-770.
 15. Steib S, Schoene D, Pfeifer K, Dose-response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis, *Med Sci Sports Exerc*, 2010; 42: 902-14.
 16. Peterson MD, Gordon PM, Resistance Exercise for the Aging Adult: Clinical Implications and Prescription Guidelines, *The American Journal of Medicine*, 2011; 124: 194-198.
 17. Borer KT, Physical activity in the prevention and amelioration of osteoporosis in women: interaction of mechanical, hormonal and dietary factors, *Sports Med*, 2005; 35: 779-830.
 18. Chale-Rush A, Guralnik JM, Walkup MP, et al., Relationship between physical functioning and physical activity in the lifestyle interventions and independence for elders pilot, *J Am Geriatr Soc*, 2010; 58: 1918-24.
 19. Lee Y, Park K, Does physical activity moderate the association between depressive symptoms and disability in older adults?, *Int J Geriatr Psychiatry*, 2008; 23: 249-56.
 20. Katula JA, Rejeski WJ, Marsh AP, Enhancing quality of life in older adults: a comparison of muscular strength and power training, *Health Qual Life Outcomes*, 2008; 6: 45.
 21. Singh NA, Stavrinou TM, Scarbek Y, Galambos G, Liber C, Fiatarone Singh MA, A randomized controlled trial of high versus low intensity weight training versus general practitioner care for clinical depression in older adults, *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2005; 60: 768-76.
 22. Broman G, Quintana M, Lindberg T, Jansson E, Kaijser L, High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women, *Eur J Appl Physiol*, 2006; 98: 117-23.
 23. Bean J, Herman S, Kiely DK, et al., Weighted Stair Climbing in Mobility-Limited Older People: A

- Pilot Study, *Journal of the American Geriatrics Society*, 2002 ; 50 : 663-670.
24. Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, et al., Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients : a randomized study, *Circulation*, 2007 ; 115 : 3086-94.
 25. Mangione KK, Craik RL, Tomlinson SS, Palombaro KM, Can elderly patients who have had a hip fracture perform moderate- to high-intensity exercise at home?, *Phys Ther*, 2005 ; 85 : 727-39.
 26. Tomczak CR, Thompson RB, Paterson I, et al., Effect of acute high-intensity interval exercise on postexercise biventricular function in mild heart failure, *Journal of Applied Physiology*, 2011 ; 110 : 398-406.
 27. Hunt SA, Abraham WT, Chin MH, et al., 2009 Focused Update Incorporated Into the ACC/AHA 2005 Guidelines for the Diagnosis and Management of Heart Failure in Adults, *Circulation*, 2009 ; 119 : e391-e479.
 28. Gill TM, DiPietro L, Krumholz HM, Role of Exercise Stress Testing and Safety Monitoring for Older Persons Starting an Exercise Program, *JAMA : The Journal of the American Medical Association*, 2000 ; 284 : 342-349.
 29. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, et al., Physical activity and public health in older adults : recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association, *Med Sci Sports Exerc*, 2007 ; 39 : 1435-45.