

サルコペニアに対する低強度運動の有効性

原田 和弘^{1) 2)}、宮下 政司³⁾

Effectiveness of low-intensity exercise on sarcopenia

Kazuhiro HARADA^{1) 2)}, Masashi MIYASHITA³⁾

Abstract

According to the results of meta-analyses, it remains unclear whether high-intensity exercise is more effective on muscle mass and strength than low-intensity exercise. Because most of high-intensity exercise requires special environment and resources such as instructors and training machines, low-intensity exercise would be more feasible exercise than high-intensity exercise. In addition, regarding the stages of change for strength training behavior, older adults in the earlier stages perceive strength training as intense exercise more strongly than those in the later stages. Thus, promoting high-intensity training would not be an effective strategy for encouraging the behavioral change among them.

Keywords : low-intensity exercise, sarcopenia, behavioral change

1) 日本学術振興会 Japan Society for the Promotion of Science

2) 早稲田大学スポーツ科学学術院 Faculty of Sport Sciences, Waseda University

3) 東京学芸大学 教育学部 芸術・スポーツ科学系 健康スポーツ科学講座

宮下政司 東京学芸大学 〒184-8501 東京都小金井市貫井北町4-1-1

Masashi Miyashita, PhD Tokyo Gakugei University, Faculty of Education, Department of Health and Sports Sciences
4-1-1 Nukuikitamachi, Koganei, Tokyo, 184-8501, Japan

電話 042-329-7622 E-mail : masashi@u-gakugei.ac.jp

Phone : +81-42-329-7622 E-mail : masashi@u-gakugei.ac.jp

はじめに

サルコペニア（加齢による骨格筋量の低下）¹⁾に伴う高齢者の様々な健康問題（生活体力、日常生活動作、生活の質の低下など）を防ぐには、日常生活で与える以上の負荷を筋肉に与える運動を行い、筋力の向上を図ることが有効²⁾である。特に筋肉に対する負荷の程度を示す際には、最大筋力（1 Repetition Maximum）に対する相対負荷の割合という指標を用いることが通常である³⁾。ここで、本稿の趣旨である、低強度／高強度運動の議論のポイントとなるのは、筋肉に与える負荷の強度である。すなわち、最大筋力に近い負荷が必要なのか（＝高強度運動）、あるいは、そうでない負荷でも十分なのか（＝低強度運動）という議論である。したがって、本稿では、まず運動生理学の観点から、高強度運動と低強度運動の筋量・筋力の増加に対する効果に関する研究の動向について紹介する。

ただし、運動による筋量・筋力の増加効果のみで、両者の有効性は判断できない。すなわち、高齢者の健康支援に資するためには、どちらの運動の方が高齢者に提供しやすい内容なのか、あるいは、行動変容を効果的に促すことができるのか、という議論も不可欠である。そこで本稿では、運動生理学的観点に加えて、公衆衛生学および行動科学の観点からの議論も行う。以上の議論のポイントを、図1にまとめた。

なお、筋肉に負荷を与えることを目的とした運動を示す用語として、レジスタンストレーニングやウエイトトレーニング等も用いられているが、本稿では、一般的な利用頻度の高い用語である「筋力トレーニング」を用いて記述する。また、サルコペニアに対する運動の効果は、筋量・筋力の増加だけではなく、筋量・筋力の低下率の緩徐性や維持の観点からも議論可能である。ただ

し、運動による高齢者の筋量・筋力増加効果は、米国スポーツ医学会の意見表明⁴⁾で、すでに最もエビデンスレベルの高いカテゴリに分類されている。従って、筋量・筋力の低下率の緩徐や維持に注目した支援よりも、増加に注目した支援を考えた方が、より多くの便益を高齢者に提供できる健康支援につながると考えられることから、本稿では増加に焦点を絞って議論を行う。以上の内容をまとめると、本稿の議論のポイントは以下の3点である。

- ・低強度運動と高強度運動のどちらの方が、筋量・筋力の増加に対して効果の強い運動なのか？
- ・低強度運動と高強度運動のどちらの方が、高齢者に提供しやすい運動なのか？
- ・低強度運動と高強度運動のどちらの方が、高齢者の行動変容を促しやすい運動なのか？

本稿におけるサルコペニアと運動強度の定義

サルコペニアの定義に関して、2011年に刊行された解説論文⁵⁾によると、筋肉量低下に加え、筋力低下や身体能力の低下も含めた概念として取り扱おうとする流れがある。ただし、本稿では、議論のポイントを筋肉へ負荷を与える運動（筋力トレーニング）に関する内容に焦点を当てるため、バランス性⁶⁾など他の要因の関与も強いと考えられる身体能力は除外し、サルコペニアの中心概念である筋肉量低下と筋力低下に範囲を絞った。

また、米国スポーツ医学会の意見表明³⁾では、最大筋力の49%までを低強度（very lightまたはlight）、50～69%を中強度（moderate）、70%以上を高強度（vigorousまたはnear-maximal to maximal）と分類している。ただし、本稿で主要な先行研究として取り上げたメタ解析⁷⁾の基となる論文では、上記の分類に従って低強度／高強度

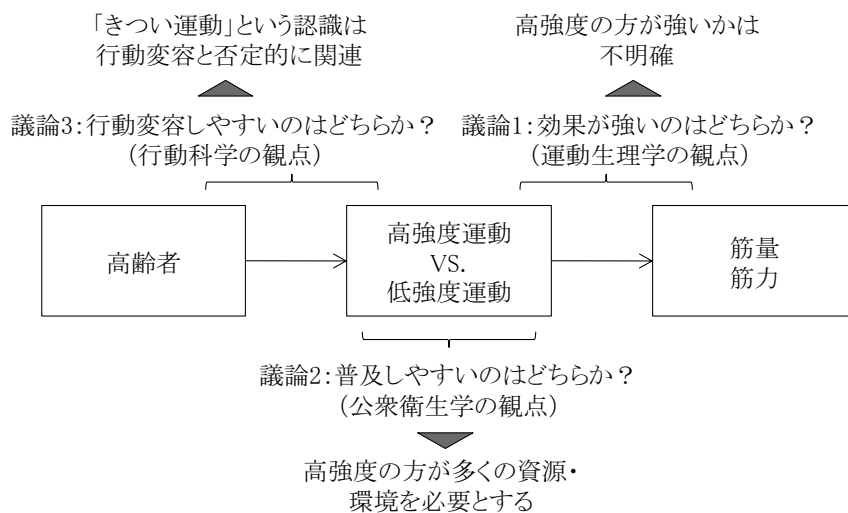


図1 高強度／低強度運動に関する議論のポイントと低強度運動の有効性の概要

が設定されていない。例えば、メタ解析対象である9研究のうち8研究が最大筋力に対する相対負荷を強度の指標として使用しているものの、低強度運動は最大筋力の20～65%、高強度運動は最大筋力の75～90%の範囲であった。また、この意見表明³⁾の中強度を、低強度と高強度のどちらに含めるのかも判断が難しい。そこで本稿では、低強度/高強度の具体的な範囲は定義せずに、あくまでも相対的な低強度/高強度として議論を行う。

筋量・筋力に対する低強度運動と高強度運動の効果—運動生理学の観点から—

1990年代以降、高齢者に対する筋力トレーニングの効果を検証した研究が数多く行われ、その成果として、高齢期であっても筋量・筋力の増加を期待できるとみなされるようになった⁴⁾。米国スポーツ医学会の意見表明⁴⁾では、高齢者に効果的な運動強度として、最大筋力の60～80%を推奨している。ただし、この表明の本文中では、低強度でも高強度でも筋力向上効果は同等とする論文と、高強度の方が効果的とする論文の2種類が引用され、どちらの方が効果的であるかを明言していない⁴⁾。また、これまで行われてきたメタ分析の結果を踏まえても、サルコペニアに対して、どちらの運動の方が効果的であるかを明確にすることはできないと思われる。本稿

では、特に、Liu & Latham⁷⁾と、Peterson et al.⁸⁾によるメタ分析を紹介する。両研究^{7) 8)}の概要を表1にまとめた。

Liu & Latham⁷⁾の主目的は、筋力トレーニングが高齢者の身体機能に及ぼす影響を解明することであり、121の研究を分析対象としている。論文中では、副次解析として、低強度の筋力トレーニングと高強度の筋力トレーニングの効果を比較する分析も行っている。その結果、身体機能、最大酸素摂取量、疼痛に対しては、両トレーニングの間で効果量に有意差は無い一方、活力(vitality:心理指標の1つ)と下肢筋力の向上に対しては、高強度の方が、低強度よりも効果が高いと報告している。すなわち、Liu & Latham⁷⁾によれば、下肢筋力の向上に対しては、高強度の筋力トレーニングの方が効果的であると解釈できる。

一方、筋量への効果に注目したPeterson et al.⁸⁾の報告では、異なる結果が得られている。この論文⁸⁾は、49の研究を対象に、高齢者の除脂肪体重(全身筋肉量の指標)に対する筋力トレーニング効果をメタ分析したものであり、論文中では、メタ回帰分析によって除脂肪体重の増加に関連する要因も抽出している。分析の結果、トレーニングの量(1回あたりの総セット数)が多いことと、対象者が低年齢であることが、除脂肪体重の増加と

表1. 筋量または筋力に対する低強度運動と高強度運動の効果をメタ分析により比較した先行研究^{5) 6)}の概要

	Liu & Latham ⁵⁾	Peterson et al. ⁶⁾
論文の主目的	高齢者の身体機能に対して筋力トレーニングは効果があるかを検証	高齢者の除脂肪体重に対して筋力トレーニングは効果があるかを検証
本稿で注目した箇所	高強度運動と低強度運動の下肢筋力向上効果を比較したサブ解析	除脂肪体重の増加に関連する要因を抽出したサブ解析
対象研究数	9研究 (N=219)	49研究 (N=1328)
従属変数	下肢筋力の向上	除脂肪体重(全身筋肉量の指標)の増加
検証法	メタ分析により高強度運動と低強度運動の従属変数に対する効果を比較	研究期間、従属変数の測定法、研究デザイン、性別、トレーニングの強度、トレーニングの頻度、トレーニングの量、年齢の中から、従属変数の増加に関連する要因をメタ回帰分析より抽出
結果	高強度運動の方が、低強度運動よりも、従属変数に対して効果が強い	従属変数の増加に関連する要因は、トレーニングの量と年齢(トレーニングの強度は有意に関連しない)

有意に関連しており、研究期間、除脂肪体重の測定法、研究デザイン、性別、トレーニング頻度、トレーニング強度は除脂肪体重の増加と有意に関連しないことが確認されている。すなわち、Peterson et al.⁸⁾によれば、筋量の増加に対しては、トレーニングの強度による差異が強く関与しているとは言えないと解釈できる。

2つのメタ分析の結果^{7) 8)}の差異の1つとして、筋量と筋力という指標の違いが挙げられる。特に高齢者のトレーニング初期段階では、筋力向上に対して寄与する因子として、筋量の増加よりも、神経系の改善による寄与の方が大きいと考えられている⁷⁾。また、生活機能の維持など高齢者の健康支援を考えた場合は筋量よりも筋力の方が重要な指標であるかもしれないが、サルコペニアは骨格筋量の減少を中心に定義されることが通例である⁵⁾。従って、以上のメタ分析^{7) 8)}や筋量と筋力の差異を踏まえると、サルコペニアに対して、高強度運動の方が効果的であると結論づけるのは尚早であると思われる。

低強度運動と高強度運動の実施に必要な環境・資源—公衆衛生学の観点から—

筋力トレーニングといっても、腕立て運動のように特別な環境・資源を必要としない運動から、専門家の監視下でトレーニング機器を利用する運動まで幅が広い。そこで、筋力トレーニングに必要な環境・資源という観点から、低強度運動と高強度運動を比較する。

先述したLiu & Latham⁷⁾では、高強度運動の効果に関しては83の研究、低強度運動に関しては36の研究が引用されている。このうち、高強度運動に関しては、80の研究が、フィットネスクラブまたは病院で、監視のもと、特別な機器を利用して行う運動を扱っている。一方、低強度運動は、大半がチューブやバンドを使用したものであり、20の研究は少なくとも一部を自宅で実施するものである。宮地ら¹⁰⁾も指摘しているように、公衆衛生上の限られた資源・環境を考慮すると、指導者や特別な環境を必要とする運動よりも、自宅において一人で実施できる運動の方が、はるかに実行可能性が高いと考えられる。

実際、我が国の国民が実施している筋力トレーニング内容に関する調査¹¹⁾でも、高強度運動を実施している者は少ないことが示唆されている。この調査¹¹⁾によれば、筋力トレーニングを実施している50歳以上(N=429)において、施設(27.1%)で施設付器具を利用(21.0%)して指導者の指導を受けながら(20.3%)行っている者よりも、自宅(71.6%)で自重負荷(60.4%)により自己流(77.9%)で行っている者の方が、はるかに多いとされている。

以上の先行研究^{7) 10) 11)}をまとめると、高強度運動は特別な環境・資源を必要とするものが大半であり、特別な環境・資源を必要とする運動を行っている者は少数に過ぎない。したがって、低強度運動の方が、普及の余地が高い運動であると考えられる。

高強度運動と低強度運動の行動変容—行動科学の観点から—

健康効果がある上に、普及に必要な環境・資源が整っていたとしても、人々が実際にその運動に取り組むようにならなければ、健康支援は完結しない。そこで本節では、いかに筋力トレーニングの行動変容を促すかという観点から、高強度運動と低強度運動の比較を行う。

我が国の国民において、高年代になるほど、筋力トレーニングの実施率は低いと報告されている¹²⁾。また、行動変容ステージ¹³⁾(前熟考期、熟考期、準備期、実行期、または維持期)を用いて実施状況を評価した調査¹¹⁾では、全ての年代で前熟考期(筋力トレーニングを行おうと思っていない段階)の占める割合が最も高く、年代が上がるにつれてその割合は上昇し、50歳以上では46.6%が前熟考期に属するとされている。したがって、特に、前熟考期に属する高齢者の行動変容を促すことは重要な課題であると考えられる。

Harada et al.¹⁴⁾は、高齢者の行動変容を効果的に促す方略を探るために、行動変容に関連する心理的要因を検討する調査を実施している。その中で、筋力トレーニングの変容ステージが初期段階になるほど、「筋力トレーニングはきつい運動である」と認識している者の割合が高くなることが確認されている。そのため、少なくとも行動変容を考える際には、「きつい運動」(すなわち、高強度運動)に注目することは得策ではないだろう。

以上の知見^{11) 12) 14)}をまとめると、高齢になるほど筋力トレーニング実施率は低くなり、筋力トレーニングを行おうと思っていない者が半数近く存在する。また、きつい運動であるという認識と行動変容は否定的に関連することから、彼らの行動変容の促進方略として、高強度運動に注目することは有効な手段ではないと考えられる。

まとめ

これまで述べた低強度運動の有効性を図1にまとめた。低強度運動と高強度運動の効果に関して、これまでのメタ分析の結果を踏まえると、高強度運動の方が低強度運動よりも筋量・筋力に対して効果が強いかどうかを明確にすることはできない。運動の普及の観点から捉えると、高強度運動は、指導者やマシンなど、特別な環

境・資源を必要とするものが大半であるため、低強度運動の方が、普及の余地の高い運動であると考えられる。加えて、行動変容の促進という観点から考えると、高齢者において、筋力トレーニング行動の変容ステージが初期段階に属する者ほど、「筋力トレーニングは、きつい運動である」という認識が強くなる。したがって、行動変容を促進する方略として、高強度運動に注目すべきではないだろう。こうした研究結果から、サルコペニアの予防・改善には、低強度運動が推奨されると考えられる。

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(電気通信大学)、飛奈卓郎先生(長崎県立大学)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) Evans WJ and Cambell WW, Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity, *J Nutr*, 1993 ; 123 : 465-468.
- 2) 古名丈人、牧迫飛雄馬、サルコペニアに対するセルフエクササイズ、理学療法、2008 ; 25 : 2073-2079
- 3) Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al., 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*, 2011 ; 43 : 1334-1359.
- 4) Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, et al., American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 2011 ; 41 : 687-708.
- 5) 葛谷雅文、サルコペニアの疫学、診断、日本老年医学会誌、2011 ; 48 : 44-46.
- 6) 猪飼哲夫、辰濃尚、宮野佐年、歩行能力とバランス機能の関係、リハビリテーション医学、2006 ; 43 : 828-833.
- 7) Liu CJ and Latham NK, Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults, *Cochrane Database Syst Rev*, 2009 ; 3 : CD002759.
- 8) Peterson MD, Sen A, Gordon PM, Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults : a meta-analysis, *Med Sci Sports Exerc*, 2011 ; 43 : 249-258.
- 9) Macaluso A, Vito GD, Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people, *Eur J Appl Physiol*, 2004 ; 91 : 450-472.
- 10) 宮地元彦、安藤大輔、種田行男、他、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マティックレビュー、日本老年医学会誌、2011 ; 48 : 51-54.
- 11) Harada K, Oka K, Shibata A, Ota A, Okada J, Nakamura Y, Factors associated with the stages of change for strength training behavior, *Int J Sport Health Sci*, 2008 ; 6 : 251-263.
- 12) Harada K, Oka K, Ota A, Shibata A, Nakamura Y, Prevalence and correlates of strength training among Japanese adults : Analysis of SSF National Sports-Life Survey 2006, *Int J Sport Health Sci*, 2008 ; 6 : 66-71.
- 13) Prochaska JO and DiClemente CC, Stages and processes of self-change in smoking : towards an integrative model of change, *J Consult Clin Psychol*, 1983 ; 51 : 390-395.
- 14) Harada K, Shibata A, Lee E, Oka K, Nakamura Y, Awareness of role of strength training in care prevention, negative perception, and stages of change for strength training behavior among Japanese older adults, *Northeast Asia Conference on Kinesiology*, 2010. (Conference Abstract, 474-475)