

extracted data are being subjected to meta-analysis, and reference values are being set based on the findings. As a result of a total of five meetings of the working group, as of June 2012, the responses regarding health issues are as below:

- (1) There is no need to change the current reference values.
- (2) Reference values for physical activities (including exercise) during leisure time for the elderly will be set.
- (3) Effective reference values to reduce and prevent lifestyle-related diseases and cancer, and improve the functional capabilities of daily living, will be presented.
- (4) References such as “Let’s be active 10 minutes more per day (example)” will be presented.
- (5) Reference values will be presented in the form of METs-h as well as number of steps or duration.
- (6) Examine the possibility of presenting references regarding walking speed.

Future revision process. In 2012, a review for revision of the EPAR and guidelines will be held by the Ministry of Health, Labour and Welfare; and a revised EPAR, based on the above review results, as well as current Japanese physical activity conditions, trends, and health problems, will be proposed. With regard to the exercise and physical activity guidelines, strategies regarding what regions or work areas should be doing, such as “increase the number of municipalities engaged in city planning and making environmental improvements facilitating exercise and physical activity” as shown in Healthy Japan 21 (2nd series), will be presented along with guidelines for individuals.

Summary

A reduction in the physical activity level, over the past 10 years, has generated concern regarding a significant increase in risk of lifestyle-related diseases, reduced socio-physical functions of the elderly, and social burden for the next generation. A reduction in the level of physical activity and exercise habits, of Japanese, is among the main factors underlying the above issues; and it is, therefore, hoped that the population will utilize Healthy Japan 21 (2nd series), as well as the revised EPAR and guidelines for health promotion, for improving the physical activity and exercise habits of Japanese, through the efforts of individuals, government, and municipalities, and the inclusion of a variety of social capital.

References

- 1) Ministry of Health, Labour and Welfare. 2006. Exercise and Physical Activity References for Health Promotion 2006. (in Japanese)
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/undou02/pdf/data.pdf>.
- 2) WHO. *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. 2010.
http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599979_eng.pdf.
- 3) Ikeda, N., M. Inoue, H. Iso, S. Ikeda, T. Satoh, M. Noda, T. Mizoue, H. Imano, E. Saito, K. Katanoda, T. Sobue, S. Tsugane, M. Naghavi, M. Ezzati & K. Shibuya. 2012. Adult mortality attributable to preventable risk factors for non-communicable diseases and injuries in Japan: a comparative risk assessment. *PLoS Med* 9: e1001160.
- 4) Sofi, F., D. Valecchi, D. Bacci, R. Abbate, G. F. Gensini, A. Casini & C. Macchi. 2011. Physical activity and risk of cognitive decline: a meta-analysis of prospective studies. *J Intern Med* 269: 107-117.
- 5) Ministry of Health, Labour and Welfare. 2011. “Healthy Japan 21” final evaluation. (in Japanese)
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001r5gc-att/2r9852000001r5np.pdf>.
- 6) Ministry of Health, Labour and Welfare. 2012. Report of next national health campaign plan (Healthy Japan 21 2nd series). (in Japanese)
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000028709-att/2r985200000287dp.pdf>.
- 7) Bassett, D. R., Jr., H. R. Wyatt, H. Thompson, J. C. Peters & J. O. Hill. 2010. Pedometer-measured physical activity and health behaviors in U.S. adults. *Med Sci Sports Exerc* 42: 1819-1825.
- 8) Hamer, M. & Y. Chida. 2008. Walking and primary prevention: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Br J Sports Med* 42: 238-243.
- 9) Whelton, S. P., A. Chin, X. Xin & J. He. 2002. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med* 136: 493-503.
- 10) Murakami, H., R. Kawakami, Y. Ohmori, N. Miyatake, A. Morita & M. Miyachi. 2012. Translating from 23METs-h/wk as physical activity reference value for Japanese to daily step counts. *Jpn J Phys Fitness Sports Med* 61: 183-191 (in Japanese).
- 11) Tanaka S. 2006. Physical activity and exercise for preventing lifestyle related disease. *J Health Phys Educ Recrea*, 56: 601-607 (in Japanese).
- 12) Inoue, S., N. Murase, T. Shimomitsu, Y. Ohya, Y. Odagiri, T. Takamiya, K. Ishii, T. Katsumura & J. F. Sallis. 2009. Association of physical activity and neighborhood environment among Japanese adults. *Prev Med* 48: 321-325.
- 13) Sallis, J. F., H. R. Bowles, A. Bauman, B. E. Ainsworth, F. C. Bull, C. L. Craig, M. Sjostrom, I. De Bourdeaudhuij, J. Lefevre, V. Matsudo, S. Matsudo, D. J. Macfarlane, L. F. Gomez, S. Inoue, N. Murase, V. Volbekiene, G. McLean, H. Carr, L. K. Heggebo, H. Tomten & P. Bergman. 2009. Neighborhood environments and physical activity among adults in 11 countries. *Am J Prev Med* 36: 484-490.

ロコモティブシンドロームと メタボリックシンドローム

宮 地 元 彦

はじめに

膝・腰などの運動器の痛みとそれに伴う運動・生活機能の低下を幅広く含む新しい概念であるロコモティブシンドローム（ロコモ）が、日本整形外科学会を中心として2009年より提唱されている¹⁾。ロコモの代表的疾患である関節疾患は要介護が必要となる要因の9%、要支援になる要因の20%を占めることから、高齢化の進展が急速な我が国にとって、ロコモは公衆衛生上の重大な問題の一つである。

ロコモの最大の危険因子は加齢である。したがって、平均年齢が延びた我が国では、ロコモは誰にでも起こりうる。第二の主要な危険因子として肥満があげられる。肥満に伴う膝や腰への荷重の増加が、関節の炎症や関節軟骨・椎間板の変性を引き起こす。また、筋力不足・運動不足も危険因子と考えられており、メタボリックシンドロームや糖尿病などと同様に、生活習慣病の一つと考えても良い。その一方で、足腰に大きな負担がかかる激しいスポーツ経験や肉体労働に長期にわたり従事することも、いわゆる使いすぎ症候群としてロコモの要因とも言われている。

ロコモの一構成要素である足腰の痛みの有訴率は、高齢者で男性21.8%、女性で29.1%であり、他のどの訴えよりも割合が多く、高齢者の生活の質に好ましくない影響を及ぼしていると思われる。厚生労働省は平成25年度から始まる新しい健康づくり運動である「健康日本21（第2次）」において、足腰の痛みある高齢者の割合を約10%減らすこと、ロコモを認知している国民の割合を現状の17%から80%に増加させる

独立行政法人国立健康・栄養研究所健康増進研究部 部長

ことを目標として掲げ、ロコモの予防に取り組もうとしている。

I. メタボリックシンドローム 対策

生活習慣病予備群とは、すなわち糖尿病、高血圧、高脂血症といった疾患と診断される一歩手前の者で治療を受けていない者だが、その定義は明確ではなかった。そこで、肥満学会を中心とする内科系学会が、2005年に内臓脂肪症候群：メタボリックシンドローム（メタボ）の概念を提案した。腹囲が男性85cm、女性90cmを絶対基準とし、これに加えて、①血糖値110mg/dl以上、②血圧130/85mmHg以上、③中性脂肪150mg/dl以上もしくはHDL 40mg/dl未満の三つの基準のうち2つ以上を満たす者をメタボ、1つに該当する者をその予備群と定義した。

厚生労働省は、このメタボの概念に基づいた健診を実施し、生活習慣病の発症・重症化の危険因子の保有状況により対象者を階層化し、適切な保健指導（「情報提供」、「動機づけ支援」、「積極的支援」）を実施する、いわゆる特定健診・保健指導を平成20年の4月から始めた。メタボやその予備群のようなリスクが多い方に対しては、医師、保健師、管理栄養士等が積極的に介入し、確実に行動変容を促すことをめざす。さらに、現在リスクがない方等に対しても、適切な生活習慣あるいは健康の維持・増進につながる必要な情報提供を行うこととした²⁾。

特定保健指導では、メタボならびにその予備群の者の割合を、平成30年には25%減少させることを目標としている。このような具体的な結果を導くためには、「エビデンスに基づいた」食事と運動の改善指導が必要である。

Ⅱ. メタボ改善のための 運動量・身体活動量

メタボの根本的な要因は内臓脂肪の蓄積である。したがって、メタボを改善するためには内臓脂肪を減少させなければならない。内臓脂肪の減少には身体活動の増加によるエネルギー消費量の増加と食事の改善によるエネルギー摂取量の減少により、エネルギー出納を負にしなければならない。身体活動の増加に関しては、ウォーキングや水泳などの有酸素性運動が有効な手段の一つで、その効果はヒトを対象としたいくつかの介入試験で既に認められている。そこで、減量手段として用いられた有酸素運動と内臓脂肪の減少との間に量反応関係があるか否かについて検討した研究を探した。16個の原著論文が見つかり、有酸素性運動量と内臓脂肪減少は量反応関係にあることが示唆され、有意な内臓脂肪の減少には、少なくともおよそ一日3,000歩の歩数の増加もしくは、週に5回の約30分のウォーキングのような中強度の有酸素運動を今の生活に加える必要があることが示唆された。

これらの運動量は我が国の専門学会が示す、糖尿病⁴⁾・高血圧症⁵⁾・脂質異常症⁶⁾の治療ガイドラインにおいて、運動療法として示される運動量とほぼ一致しており、単に内臓脂肪を減少させる効果だけでなく、血糖、血圧、脂質といったメタボの危険因子全てを改善する効果がすでに認められている。

Ⅲ. メタボ改善のための運動 継続を阻害する要因

メタボ改善という明確な目標があったとしても、一日3,000歩の歩数の増加もしくは、週に5回の約30分の中強度の有酸素運動を継続して実施することはなかなか困難である。運動習慣の継続を阻害する要因に関しては、社会学的・心理学的要因が検討されてきており、自己効力感の低下、周囲のサポートの不足、取り組みの効果が実感できないなどがあげられている⁷⁾。それに加えて注目されるのが、運動実施に伴う膝や腰などの運動器の痛みや不具合である。メタボ該当者や予備群は、概ね肥満であり運動・体力不足である。このような方々が、急に運

動・身体活動を増加させれば、それを支える膝や腰に負担がかかることは容易に想像できる。ましてや、指導者による適切な運動・身体活動指導を受けていないとなると、そのリスクはますます高くなると思われる。しかし、肥満者の運動継続に伴いどの程度の割合で、関節障害や痛みが生じるかについての知見は少ない。

Ⅳ. 佐久肥満改善プログラムと その成果

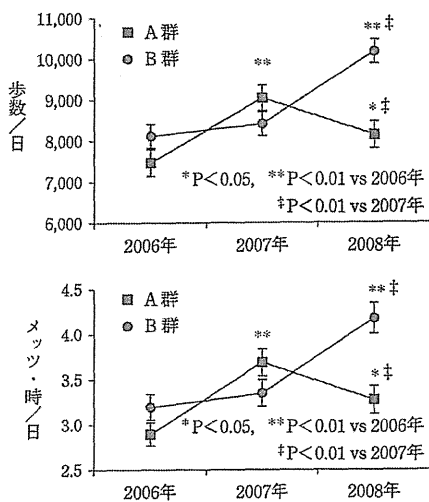
メタボリックシンドロームなどの代謝性疾患の原因である内臓肥満の改善には、身体活動量の増加と摂取カロリーの減少が不可欠である。佐久肥満克服プログラムは、238名の肥満者(BMI>25)の体重を、運動と食事の介入により減少させることを目的とした無作為割り付けクロスオーバー介入研究である。平成19年度は、2群のうちA群に対して運動と食事指導による介入を、B群は非介入での観察を実施し、20年はB群に対し介入し、A群に対しては非介入での観察を実施した計2年間の結果が明らかとなった。

佐久肥満克服プログラムでは、全ての被験者に対して、段階的に1日あたり1.4メッツ・時もしくは3,000歩の歩数増加を促す身体活動量増加の目標を設定した。歩数計機能が付加された加速度計(活動量計)は、自由に生活する人の身体活動を継続的かつ定量的に評価することができるため、身体活動量の客観的評価法としてよく用いられている。そこで我々は、活動量計を用いた生活活動増加の介入を試みた。介入に先立って、傷害予防のための準備・整理運動、歩く際の服装や靴、活動強度についての教育を実施した。

ベースラインの歩数と身体活動量は、A群で7,479歩/日と2.9メッツ・時/日であり、B群で8,134歩/日と3.2メッツ・時/日であった。歩数、活動量ともに両群間に有意差はなかった。A群の介入開始1年後の2週間の歩数と身体活動量は9,022歩/日と3.7メッツ・時/日で、ベースラインの値よりも歩数で約1,500歩、身体活動量で約0.8メッツ・時有意に増加した。これらの増加量は、研究開始時に目標とした+3,000歩や+1.4メッツ・時/日の約半分程度に相当した。B群では1年後の歩数と身体活動量は8,426歩/

日と3.4メッツ・時/日で有意な変化は見られなかった(図1参照)。2年後のA群の歩数と身体活動量は、8,140歩/日、3.3メッツ・時/日となり、1年後よりも有意に減少したが、ベースラインよりは有意に高い値であった。B群では歩数10,169歩/日と身体活動量4.2メッツ・時/日となり、ベースラインと1年後を比較して、1日あたり約1,600歩、約0.8メッツ・時ほど有意に増加した。このB群の2年目の増加量は、A群の1年目の増加量とほぼ同様であった(図

1参照)。A群の介入開始1年後の体重と腹囲は75.1kgと97.6cmで、ベースラインの値よりも体重で約4.5kg、腹囲で約4.0cm有意に減少した。B群では1年後の体重と腹囲は81.1kgと103.6cmで有意な変化は見られなかった。2年後のA群の体重と腹囲は、76.3kgと98.6cmとなり、1年後のよりも有意に減少したが、ベースラインよりは有意に高い値であった。B群では体重75.6kgと腹囲97.9cmとなり、ベースラインと1年後と比較して、5.5kg、5.7cmほど有意に減少した。



A, B 両群ともに、介入を受けた年に歩数で約1,500~1,600歩/日、身体活動量で0.8メッツ・時/日ほど増加した。

図1 2年間の歩数と身体活動量の変化

V. 肥満改善プログラム中の痛みや傷害の発生率

両群の被験者に研究終了後、聞き取り調査を行い、「介入中の1年間で歩数や活動量を増加させるに伴い、怪我や身体の痛みを感じたことがありましたか」と尋ねた。その結果、研究期間終了後に聞き取りができた189人中の32名17%から「あった」という回答を得た。男女別では、男性は10%、女性は24%と、女性の方が「あった」と答えた割合が高かった。また、その部位について尋ねたところ、膝、腰、股関節、ふくらはぎなどが上位であった(図2)。ただし、怪我や痛みによって短期間の運動中止を余儀なくされたものの、整形外科受診により適切な治療を受ける、不定な痛みを感じる程度であれば健康運動指導士による痛みを緩和するため

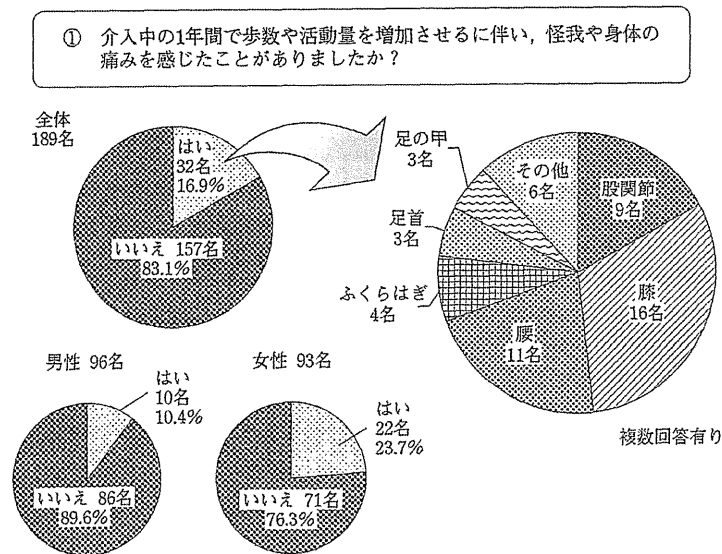


図2 1年間の介入期間中に運動器に怪我や痛みを感じた者の割合は17%であった。

の運動指導を受ける,あるいは自然治癒により身体活動を再開し,研究から離脱せざるを得ないほどの重篤な傷害や痛みを発展するケースはなかった。

これらの結果は,メタボ者やその予備群を対象とした減量のための運動・身体活動指導を非監視で実施し,1日当たり15分程度の身体活動量の増加が1年間継続したことにより,5 kg程度の減量が観察された大規模な介入研究事例において,専門家による傷害や事故予防のための安全対策が十分に取られているとしても,かなりの割合の参加者が運動器の問題,言い換えればロコモの症状を経験したことを示している。症状の自覚後の運動・身体活動継続には,医師や健康運動指導士の適切な支援が不可欠であると考えられる。

VI. メタボとロコモの関係

肥満の合併症に関するシステマティックレビューの結果によると⁸⁾, BMI 25 以上の肥満者の膝関節症の相対危険度は男性で2.76, 女性で1.80, 慢性腰痛の相対危険度は, 男女とも1.59であり, 肥満は足腰の痛みのリスクファクターであることが示されている。前述のように, メタボ者が身体活動や運動による減量に取り組むことで, 足腰の痛みが発生するリスクを負わなければならないが, 一方で肥満を放置することも足腰の痛みを発生させることに繋がる可能性がある。我々が厚生労働省の研究班で行った, 高齢者を対象としたシステマティックレビューの結果では⁹⁾, 足腰の痛みのある者に対する適切な運動介入, 特に有酸素性運動, 筋トレ, ストレッチを組み合わせた運動は, 痛みの改善に有効であることが示されている。これらを考え合わせると, 適切な身体活動・運動習慣を有することは, メタボを予防するだけでなく, ロコモの予防や改善にも効果的であると考えられる。

ま と め

- 1) メタボの概念に基づいた特定健診・保健指導が平成20年の4月から始まった。
- 2) 運動・身体活動のみによるメタボ改善には一日3,000歩の増加もしくは, 週5回, 1回約30分の中強度運動を今の生活に加えることが必要である。
- 3) 身体活動を増加させ, 1年間で体重が5 kg程度減少する介入を受けると, 参加した肥満者の17%程度が膝や腰といった運動器の痛みや不具合を訴える。
- 4) 運動器の痛みや傷害の予防や, 発生した後の運動・身体活動の継続には, 医師や健康運動指導士の適切な支援が不可欠である。
- 5) 特定健診・保健指導の現場で頻発するロコモを予防し改善するための指導方法の確立が必要である。

参 考 文 献

- 1) ロコモティブシンドローム診療ガイド: 文光堂, 東京, 2010.
- 2) 厚生労働省健康局: 標準的な健診・保健指導に関するプログラム(確定版). 東京, 2007.
- 3) Ohkawara, K., Tanaka, S., Miyachi, M., Ishikawa-Takata, K., Tabata, I.: A dose-response relation between aerobic exercise and visceral fat reduction: systematic review of clinical trials. *Int J Obes (Lond)*, 31: 1786-1797, 2007.
- 4) 糖尿病治療ガイド編集委員会: 5.運動療法. 日本糖尿病学会編糖尿病治療ガイド2008~2009, 41-43, 2008.
- 5) 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会: 第4章生活習慣改善, 4.運動療法. 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン2009. 34, 2009.
- 6) 日本動脈硬化学会: 9 運動療法. 動脈硬化性疾患予防のための脂質異常症治療ガイド2008年版, 35-38, 2008.
- 7) 宮地元彦, 安永明智, 石澤伸弘ほか: 健康増進施設に関する実態調査事業-保健指導における運動中止者の阻害要因について-. 2007.
- 8) Guh, D. P., Zhang, W., Bansback, N., Amarsi, Z., Birmingham, C. L., Anis, A. H.: The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: a systematic review and meta-analysis. *BMC public health*, 9: 88, 2009.
- 9) 宮地元彦, 西脇祐司, 安藤大輔ほか: 虚弱高齢者に対する運動介入の効果. *Geriatric Medicine*, 49: 319-322, 2011.

特集

健康づくりのための身体活動基準・指針 2013の概要

(独)国立健康・栄養研究所 宮地元彦・村上晴香・澤田亨・川上諒子・田中憲子。

田中茂穂・高田和子、香川大学 宮武伸行、慶應義塾大学 小熊祐子、

中京大学 種田行男、立命館大学 田畑泉

背景と目的

健康づくりのための運動基準 2006 (以下、運動基準 2006) およびエクササイズガイド 2006^{1,2)} は、平成 18 年に策定され、約 6 年が経過した。この間、多くの身体活動疫学研究が実施され、科学的根拠(エビデンス)の蓄積は著しい。また、厚生労働省による次期健康づくり運動「健康日本 21(第 2 次)」では、身体活動・運動に関する目標として、①歩数の増加、②運動習慣者の割合の増加、③運動しやすいまちづくり・環境整備に取り組む自治体の増加³⁾などを挙げ、平成 25 年度より施策が展開される。改定される新しい運動基準や運動指針には、これらの目標を達成するためのツールとしての役割が強く期待されている。新しい運動基準・運動指針は、エビデンスに基づいたものでありながら国民や健康づくりの担当者などにとって分かりやすく、より多くの対象者に向けたものに改定されることが期待されている。

本稿では、過去の身体活動疫学に関する研究を網羅的に収集・精読するシステマティックレビュー(以下、レビュー)、ならびに生活習慣病予防、がん予防、運動器障害や認知症の予防と身体活動・運動・体力との関係を客観的に分析したメタ解析の成果を紹介する。この内容は、平成 22 年度厚生労働科学研究費補助金(以下、厚労科研費)「健康づくりのための運動基準・運動指針改定ならびに普及・啓発に関する研究」の成果の一部を要約したものである。この研究成果を基に、厚生労働省の「運動基準・運動指針の改定に関する検討会」において、新しい基準・指針のあり方について方向性が示されたので、その論点と今後の活用のあり方について概説する。

改定作業の手順と方法

① 手順

平成 22 年度から始まった「健康づくりのための運動基準・運動指針改定ならびに普及・啓発に関する

宮地元彦◎みやち もとひこ

鹿屋体育大学・大学院卒業。博士(体育科学:筑波大学)。川崎医療福祉大学を経て、現在(独)国立健康・栄養研究所健康増進研究部長

研究」に関する厚労科研費研究班において、過去5年間の運動基準・指針の活用状況や国民の身体活動・運動の動向を踏まえ、改定のための検討課題が以下のように示された。①現在の基準値の変更が必要か検討する。②従来の生活習慣病予防だけでなく、がん予防や社会生活機能低下予防の観点から運動器症候群（ロコモティブシンドローム。以下、ロコモ）や認知症の予防を含んだ基準値を策定する。③現在の運動基準に含まれていない高齢者の基準値を策定する。④活動強度や身体活動量を平易な表現方法に置き換える。⑤全身持久力以外の体力の基準値策定の可能性を探る。これらの方向性に基づき、図1に示した手順とスケジュールで、基準・指針改定のための研究と実務が進められた。

② 検索・レビュー方法

レビューの第一段階として、健康づくりのための身体活動基準の主要素である身体活動・運動と体力

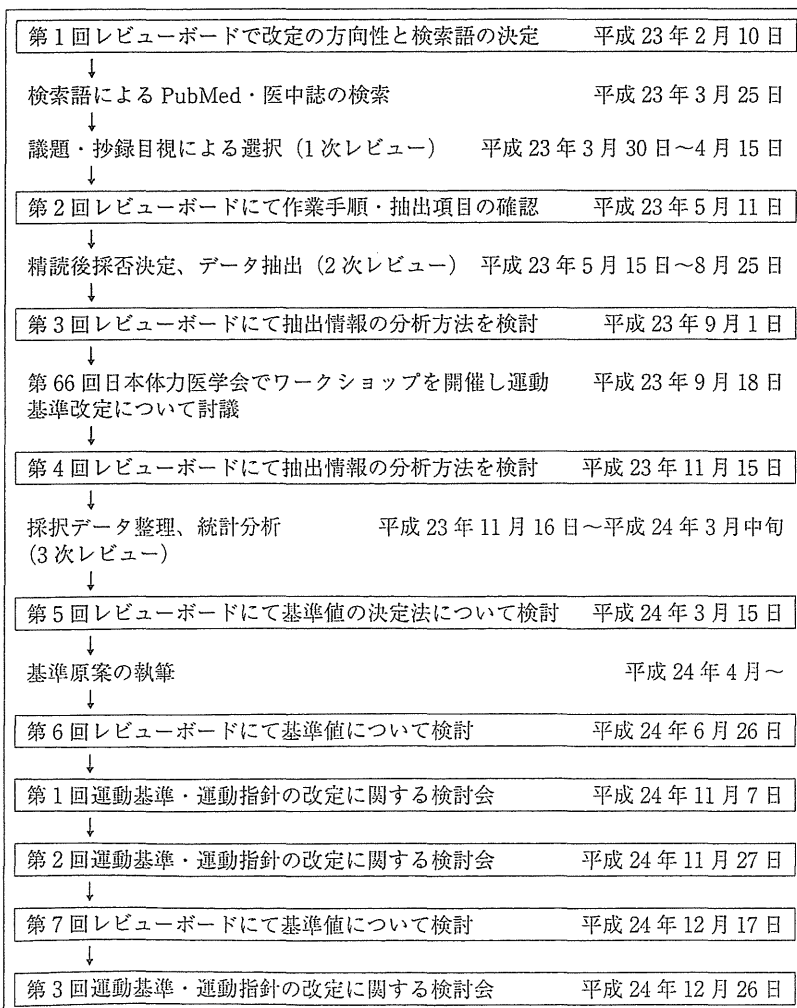
が死亡や生活習慣病・がんの発症ならびに社会生活機能低下に与える影響について検討した前向き観察研究（コホート研究）について、2005年4月11日～2011年3月22日の期間を中心にデータベース検索を行った。PubMedでの検索語の概要は、暴露要因が“physical activity” OR exercise OR “physical training” OR fitness OR “physical performance” OR “physical capability”、アウトカムが obesity OR overweight OR hypertension OR dyslipidemia OR hyperlipidemia OR diabetes OR stroke OR “cardiovascular disease” OR osteoporosis OR ADL OR “musculoskeletal diseases” OR “joint diseases” OR fracture OR fall OR QOL OR mortality OR survival OR cancer OR dementia OR depression、研究手法やデザインが follow* OR observation* OR prospective OR longitudinal OR retrospective OR cohort であった。医中誌での検索では、上の検索語

の日本語訳を用いた。

ヒットした文献のタイトルと抄録の目視により、運動基準2006の策定時とほぼ同等の採択基準に則り文献を選択する1次レビューを実施した。1次レビュー選択論文を複写・収集した後、班員が分担して精読し、採択の可否を判断すると共に、必要なデータを抽出する2次レビューを実施した。さらに2次レビューの担当者とは別の班員が、3次レビューとして詳細なデータ抽出と確認作業を行った。

③ 文献の検索数・採択数

PubMedと医中誌による検索の結果、6,533本の文献がヒットした。1次レビューにより、844本が採択された。2次レビューにより、採択基準に該当すると判定された文献数が341本であった。341本の文献を再度精読し、すべてのデータを抽出しデータベース化する3次レビューで採択された文献が205本であった。これら文献に、運動基準2006で採択された文献のうち、今回の採択基準に合致するも



● 図1 ● 研究班における作業ならびに運動基準改定の手順

の 62 本を加えた 267 本を最終的な採択論文とした。

㊦ 4 データ抽出

各文献からのデータ抽出項目は、①暴露要因（身体活動量・運動量・体力）の種類、量、単位、評価方法、②アウトカムの種類（死亡、生活習慣病発症、がん発症、運動器障害・認知症発症）、③研究参加者数とその年齢、性別、人種、体格、④コホート名もしくはその実施地域、⑤交絡因子で調整済みの各分位の相対危険度（RR）とその信頼区間、⑥各分位の暴露要因の中央値、平均値もしくは下限値と上限値の平均値であった。各研究から集められた各分位の暴露要因の中央値や平均値および推定平均値は、その評価方法が各研究で異なることから、暴露要因の単位を標準化するために、身体活動量ならびに運動量の単位はメッツ・時/週に置換した。全身持久力においてはメッツに置換した。

㊦ 5 分析方法

運動基準 2006 では、参照分位に対して有意に RR が変化する分位の暴露要因の代表値（下限値、上限値、中央値もしくは平均値）を各文献から抽出し、その平均から身体活動量と運動量と全身持久力の基準値を決定した^{4,5)}。今回は、前回の方法を踏まえつつ、新しくメタ解析の結果を基準値決定の判断材料とした。各文献から抽出された各分位の暴露要因のうち身体活動量、余暇身体活動量、運動量に関しては代表値を、参照分位を除いて小さい順に並べ、3つのサブグループに均等に割り当てた。全身持久力に関しては、参照分位を除いて2メッツごとに3つのサブグループに分類した。その後、参照分位（第1サブグループ）に対する3つのサブグループ（第2～4サブグループ）のプールドRRを算出した。暴露要因の値は各文献の追跡年数および参加者数で重み付けした加重平均を算出した。

基準値の検討および提案

㊦ 1 文献の収集とデータの抽出

267本の文献から暴露要因別にデータを抽出した結果、身体活動量で90本（166解析データ）、運動量で57本（98解析データ）、全身持久力で50本（105解析データ）が採択された（文献の重複あり）。

り）。このうち65歳以上のみを対象とした文献からは、身体活動量で6本（13解析データ）、全身持久力で2本（2解析データ）、筋力が10本（41解析データ）、その他の体力で18本（56解析データ）が採択された（文献の重複あり）。

㊦ 2 基準値の決定の原則

基準値の提案にあたり、研究班においてその原則を検討した。システマティックレビューとメタ解析の結果、すなわちエビデンスを重視した。次に、従来のあるいは今後実施が予定されている健康づくり施策との整合性を考慮することとした。また、基準値の変更を不可避とする強固な知見が得られた場合は変更するが、それに該当しない場合は基準値の変更は行わないこととした。さらに、基準値の提案は、わが国の現状の平均を下回らないこととした。

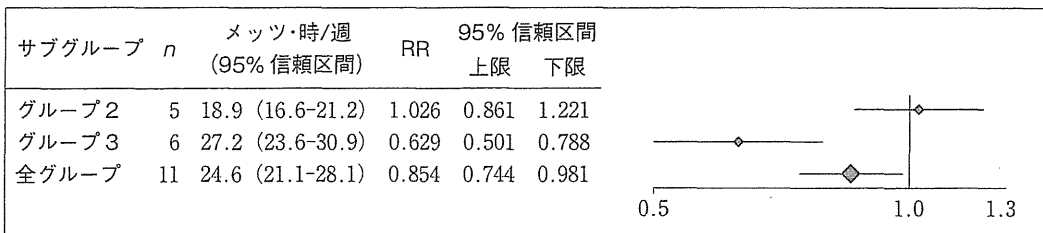
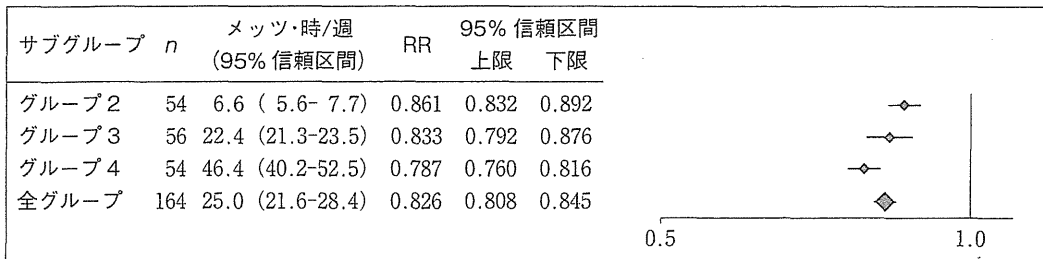
㊦ 3 18歳以上を対象とした身体活動量の基準値の提案

メタ解析の結果、身体活動量の加重平均値が6.6メッツ・時/週の第2サブグループですでに、身体活動量が4.4メッツ・時/週である第1サブグループ（参照分位）よりもRRが14%有意に低かった（表1上段）。この結果は、統計学的には、身体活動量の基準値は6.6メッツ・時/週以上であれば良いことを示唆している。しかし、基準値は、日本人が、現在よりもさらに健康になるための目標であるべきなので、基準値はわが国の身体活動量の現状よりも高く定める必要がある。しかし、日本人の身体活動量は、歩数などによる検討から6.6メッツ・時/週よりもはるかに多く、15～20メッツ・時/週程度であると推定されている⁶⁾。そこで、日本人のコホート研究だけを対象にメタ解析した結果、身体活動量が6.2メッツ・時/週の最も少ない集団と比較して、18.9メッツ・時/週の集団のリスクに差がないが、23メッツ・時/週を超えた平均27.2メッツ・時/週の集団では有意にリスクが低下することが示された（表1下段）。以上の結果を総合的に考慮し、運動基準2006で定められた身体活動量の基準値である23メッツ・時/週を変更する必要はないと判断された。

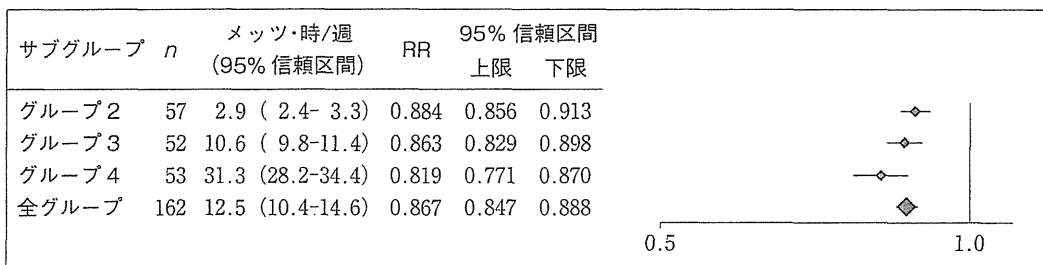
㊦ 4 18歳以上を対象とした運動量の基準値の提案

メタ解析の結果、運動量の加重平均値が2.9メッツ・時/週の第2サブグループですでに参照分位で運

●表 1 ● 身体活動量と死亡、生活習慣病発症、がん発症、ロコモ・認知症発症の 4 つのアウトカムすべてとの間の相対危険度 (RR) のメタ解析 (上段: 世界中の研究を対象、下段: 日本人のコホート研究のみ対象)



●表 2 ● 運動量と 4 つのアウトカムすべてとの間の相対危険度 (RR) のメタ解析



運動量が 1.1 メッツ・時/週の第 1 サブグループよりも 12% 有意に RR が低かった (表 2)。この結果から、運動量の基準値は 2.9 メッツ・時/週以上であればよいことが統計学的に示唆された。平成 18 年以降、4 メッツ・時/週という従来の基準値がある程度定着していることも踏まえ、4 メッツ・時/週という基準を変更する必要はないと判断された。厚生労働省は、運動習慣を 1 年以上にわたって 1 回 30 分以上の運動を週 2 回以上行っていることと定義している。4 メッツ・時/週の運動量の基準は、30 分の運動を週 2 回実施することとほぼ一致していることから、運動習慣者の割合の増加を目標としている健康日本 21 (第 2 次) とも整合がとれたものとなっている。

㊦ 5 65 歳以上のみを対象とした身体活動量の提案

運動基準 2006 は 69 歳までを対象としており、70 歳以上あるいはわが国の高齢者の定義である 65 歳以上を対象とした基準値は示されていなかった。今回はレビューで複数確認された、65 歳以上のみを対象とした研究を用いて、3 メッツ未満を含むすべ

ての強度の身体活動量に関する基準を新規に策定することとした。65 歳以上の高齢者は、歩行などの移動の速度やその他の活動の強度が全体的に低く、身体活動全体に 3 メッツ以上の活動が占める割合が低いことから、座っているあるいは横になっている以外の 3 メッツ未満の活動も含む基準とした。

メタ解析による第 2 サブグループの 10.5 メッツ・時/週の RR は、0.792 であった。このことから、65 歳以上でおおむね 10 メッツ・時/週を満たす集団は、最も身体活動量が少ない集団と比較して、ロコモ・認知症発症のリスクが約 20% 低いことが確認された。以上の結果から、65 歳以上の高齢者に対しては、3 メッツ未満も含む身体活動量として 10 メッツ・時/週を基準とすることとした (表 3)。

㊦ 6 量反応関係に基づいた現状に加える身体活動量の基準値の提案

長時間の身体活動や運動の実施は、多くの国民、特に就労や子育てにより自由裁量時間が短い世代にとって困難である。したがって、現状より少しでも

●表 3 ● 65 歳以上のみを対象とした身体活動量と死亡、ロコモ・認知症発症との間の相対危険度 (RR) のメタ解析

サブグループ	n	メッツ・時/週 (95% 信頼区間)	RR	95% 信頼区間	
				上限	下限
グループ 2	9	10.5 (7.7-13.3)	0.792	0.710	0.884
グループ 3	9	30.2 (16.1-44.2)	0.727	0.631	0.838
グループ 4	10	64.1 (44.7-83.4)	0.875	0.795	0.963
全グループ	28	39.5 (26.6-52.4)	0.814	0.763	0.868

●表 4 ● 身体活動量の 1 メッツ・時/週増加と、死亡、生活習慣病発症、がん発症、ロコモ・認知症発症の相対危険度 (RR) の減少との関係のメタ解析

アウトカム	n	リスク減少量	標準誤差
死亡	11	-0.007	0.001
発症：生活習慣病関連	5	-0.009	0.003
発症：がん	15	-0.008	0.002
発症：ロコモ・認知症	5	-0.022	0.007
全アウトカム	36	-0.008	0.001

身体活動を増やすことを基準として提案できるかを検討した。身体活動量と RR との間には、量反応関係は明白であった。そこで、身体活動量 1 メッツ・時/週の増加に対する RR の減少量を Greenland ら⁷⁾の方法を用いて算出し、メタ解析した結果、有意に 0.8% の RR 減少が見られた (表 4)。なお、本研究と同様の方法で検討した過去のメタ解析では、1 メッツ・時/週の身体活動量の増加はおおよそ 0.5~2.0% の RR 減少に相当すると報告しており^{8,9)}、本研究の結果とはほぼ一致している。

今回のメタ解析の結果より、現状より 1 日あたり 2~3 分の身体活動時間の増加で、死亡や生活習慣病発症および社会生活機能低下のリスクが 0.8% 減少し、5 分の増加で 1.5%、10 分の増加で 3% 減らすことが可能であることが示された。以上の結果から、「今より毎日 10 分ずつ長く歩く」ことを基準として提案することとした。

㊦7 全身持久力の基準値の提案

メタ解析では、第 2 サブグループですでに参照分位である第 1 サブグループよりも約 40% 有意に RR が低く、第 2 サブグループの全身持久力の加重平均値は、複数の先行研究で示された日本人の対体重最大酸素摂取量の性・年代別平均値あるいは標準値¹⁰⁻¹²⁾ とほぼ一致していた運動基準 2006 の基準値よりも、1 メッツ程度低い値であった。身体活動量

や運動量の基準と同様に、日本人の全身持久力の現状を勘案し、従来の基準値を変更することなく、男性では 40 歳未満：11.0 メッツ (最大酸素摂取量 38.5 mL・kg⁻¹・分⁻¹)、40~59 歳：10.0 メッツ (35.0 mL・kg⁻¹・分⁻¹)、60 歳以上：9.0 メッツ (31.5 mL・kg⁻¹・分⁻¹)、女性では 40 歳未満：9.5 メッツ (33.3 mL・kg⁻¹・分⁻¹)、40~59 歳：8.5 メッツ (29.8 mL・kg⁻¹・分⁻¹)、60 歳以上：7.5 メッツ (26.3 mL・kg⁻¹・分⁻¹) を基準値とすることが適切と判断された。

㊦8 全身持久力以外の体力の参考値の提案

全身持久力以外の筋力、あるいはその他の体力の基準値の策定は、運動基準 2006 策定時からの懸案事項であった。今回のシステマティックレビューでは、唯一 65 歳以上における握力と日常生活での歩行速度に関してのみ、メタ解析が可能な複数の文献が得られた。日本人を対象としている文献でのみメタ解析を行ったところ、男性では 38 kg 重の集団で有意なリスク減少が認められた。女性においては、23 kg 重の集団でリスク減少する傾向が認められた。また、歩行速度に関しては、65 歳以上の日常での歩行速度が 74 m/分以上の集団は、これらの体力が最も低い集団と比較して、有意に死亡やロコモ・認知症発症リスクが低かった。

日本人を対象とした研究が握力では 2 本であり、歩行速度では 1 本のみと不十分であることに加え、

アウトカムが限定されているなどの理由から、基準値でなく参考値として、男性の握力 38 kg 重、女性の握力 23 kg 重、また、歩行速度 74 m/分を提示することを提案した。

9 基準値の簡易な表現方法

運動基準 2006 では、身体活動量と運動量の単位にメッツ・時/週を、全身持久力（最大酸素摂取量）の単位に $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{分}^{-1}$ を用いてきた。しかし、運動基準を今後より多くの国民に普及・啓発していくためには、より平易な言葉と単位で基準値を表す必要がある。身体活動量の基準値である 23 メッツ・時/週は、活動時間や歩数と中強度以上の身体活動量との関係について活動量計を用いて検討した複数の研究から、時間に直すと 1 日約 60 分に相当し、歩数に直すと約 8,000 歩と表現することができる¹³⁻¹⁵⁾。

運動量の基準値である 4 メッツ・時/週は、体力が十分な若者がスポーツや体力づくりなどの運動を約 4 メッツの強度で実施すると、4 メッツ・時/週を週 60 分に相当する。65 歳以上の高齢者の身体活動量の基準値は 10 メッツ・時/週である。体力の低下した高齢者が家事活動やゆっくりの散歩、ストレッチのような低強度の生活活動や運動を含む、座ったり横になったりしていること以外の身体活動を実施する際の強度はおおむね 1.5~3 メッツ程度であり、平均すると 2~2.5 メッツ程度と思われるため、1 日約 40 分の身体活動の実施と同等と考えられる。このことから、65 歳以上の高齢者を対象とした基準については「座ったままでなければどんな動きでもよいので、身体活動を 1 日 40 分」と表現することが可能である。

10 他国の身体活動ガイドラインとの比較

世界保健機関（WHO）や米国では、未成年、成人、高齢者の 3 つの年代別に基準値を示している。近年の高齢化を鑑み、今回新たに 65 歳以上の基準値を提案した。しかし、18 歳未満の未成年の基準の策定は見送った。その理由は、未成年の参加者を対象に生活習慣病の発症等をアウトカムとした大規模コホート研究の数が限られていたためである。今後、わが国でも未成年者を長期に追跡する研究を実施し、研究成果を蓄積する必要がある。

わが国では、文部科学省や日本体育協会などが、

健康づくりの観点だけではないものの、子どもや未成年者を対象とした身体活動・運動のガイドラインや指針を策定している。例えば、未就学児を対象とした「幼児期運動指針」、児童・生徒を対象とした「アクティブ・チャイルド 60 min.」などが、健康づくりだけでなく体力向上や発育・発達の促進、運動技能の獲得などをめざして、1 日あたり 60 分の活発な遊びやスポーツを推奨している。

WHO、米国とも成人が取り組むべき身体活動の基準値は、中強度身体活動を週 150 分、1 日あたり 30 分としている。WHO、米国、わが国とも基準値策定の根拠となるエビデンスやレビューの手法には違いがないにもかかわらず、わが国の身体活動量の基準値は欧米の 2 倍以上の 1 日 60 分とした。理由は、わが国の平均的身体活動量がすでに WHO や米国の基準値である 1 日 30 分を大きく上回っており、国民全体の身体活動量を増加させる方向に導くことが必要だからである。

わが国は、他国のガイドラインでは類を見ない体力（全身持久力）の基準値を示している。身体活動量や運動量の基準値の達成者と最も身体活動量・運動量が少ない者との間での RR の減少は 10~20% 程度であるが、全身持久力の基準値達成者と最も体力の低い者との間での RR の減少は約 40% と、体力を高めることや維持することの健康利益は大きいからである。

基準値の提案

平成 18 年に作成された「健康づくりのための運動基準 2006」の改定を目的として、8 名の専門家て構成される研究班で検討を重ねた結果、以下の 6 つの基準値と参考値を、「運動基準・運動指針の改定に関する検討会」に提案した。

- ① 64 歳未満には、強度が 3 メッツ以上の中高強度の身体活動 23 メッツ・時/週（歩行もしくはそれと同等以上の強度のすべての身体活動を 1 日あたり 60 分、歩数で 1 日あたり約 8,000 歩）
- ② 64 歳未満には、強度が 3 メッツ以上の中高強度の運動量を 4 メッツ・時/週（息が弾んだり汗をかいたりするスポーツや体力づくりのための運動を

週あたり 60 分)

- ③ 65 歳以上の高齢者には、3 メッツ未満も含む身体活動を 10 メッツ・時/週（座ったままでなければどんな動きでもよいので、身体活動を 1 日 40 分）
- ④ すべての世代には、身体活動を現状よりも少しでも増やす（今より毎日 10 分ずつ長く歩く）
- ⑤ 性・年代別の全身持久力の基準値として、男性 40 歳未満：11.0 メッツ、40～59 歳：10.0 メッツ、60 歳以上：9.0 メッツ。女性 40 歳未満：9.5 メッツ、40～59 歳：8.5 メッツ、60 歳以上：7.5 メッツ
- ⑥ 65 歳以上の高齢者の握力の参考値として、男性 38 kg 重、女性 23 kg 重。また、歩行速度（参照値）：74 m/分

検討会における基準・指針改定の議論

平成 24 年 11 月～平成 25 年 1 月までに、13 名の専門家から構成される「運動基準・運動指針の改定に関する検討会」（座長：慶應義塾大学医学部戸山芳昭教授）が開催され、以下の論点に基づき議論が進められた。

- ① 身体活動・運動の現況と現行の運動基準・指針等の概要と課題
- ② 運動基準・指針の対象者
- ③ 生活習慣病の重症化予防と運動基準・指針
- ④ 身体活動・運動の実施と安全管理
- ⑤ 身体活動・運動を普及・啓発するための考え方
- ⑥ 利用者の視点に立った指針のあり方

身体活動・運動の現況と現行の運動基準・指針等の概要と課題

身体活動不足が世界的に問題視されており、身体活動・運動に関する国際的な枠組みや各国の施策が立案・推進されている。厚生労働省は平成 24 年 7 月、第 4 次の国民健康づくり対策として「21 世紀における第 2 次国民健康づくり運動（健康日本 21（第 2 次）」）を告示した。新しい基準・指針は、広く普及しさまざまな地域や職場で活用されることを通じて、健康日本 21（第 2 次）を推進することを

めざすものである³⁾。

健康日本 21（第 2 次）の身体活動・運動分野に関する目標項目としては、「日常生活における歩数の増加（約 1,200～1,500 歩の増加）」、「運動習慣者の割合の増加（約 10% の増加）」、「住民が運動しやすいまちづくり・環境整備に取り組む自治体数の増加（47 都道府県とする）」の 3 点である。個人の生活習慣の改善と社会環境の改善の両方のアプローチが必要であることを踏まえ、こうした目標を設定した。また、「ロコモティブシンドローム（運動器症候群）を認知している国民の割合の増加（80%）」や、足腰に痛みのある高齢者の割合を約 1 割減らすこと等を目標とした。

「健康づくりのための運動基準 2006」と「エクササイズガイド 2006」の認知度を十分に高めることができなかったとの反省から、今回の改定では、利用者の視点に立って旧基準および旧指針を見直し、普及・啓発を強化することを重視した。さらに、運動のみならず、生活活動も含めた「身体活動」全体に着目することの重要性が国内外で高まっていることを踏まえ、新しい基準の名称を「運動基準」、「運動指針」から、「身体活動基準」、「身体活動指針」と変更することとした。

この度の改正作業では、身体活動基準と指針の違いは、健康運動指導士、管理栄養士、保健師、医師などの専門職が、身体活動・運動の指導・支援を行う際に必要な知識を提供するのが身体活動基準であり、国民一人ひとりに対する普及・啓発のツールとして活用されるのが身体活動指針であるという整理を明確にした。

運動基準・指針の対象者

旧基準では、70 歳以上の高齢者の基準は示していなかった。しかし、健康日本 21（第 2 次）が「ライフステージに応じた」健康づくりを重視し、高齢者の健康に関する目標設定を行っていること等を踏まえ、新基準では高齢者に関する身体活動の基準を初めて策定することとした。新しい高齢者のための基準は、前述のとおりである。

18 歳未満に関しては、身体活動・運動が生活習慣

病等や社会生活機能低下に至るリスクを低減する効果について十分なエビデンスがないため、現段階では定量的な基準を設定しなかった。しかしながら、子どもから高齢者まで、家族が共に身体活動・運動を楽しみながら取り組むことで、健康的な生活習慣を効果的に形成することが期待できる。そのためのツールとして、文部科学省が策定した「幼児期運動指針」¹⁶⁾、日本体育協会が策定した「アクティブ・チャイルド 60 min.」¹⁷⁾ などがある。これらでは、楽しく伸び伸びと体を動かす遊びを中心とすること、また、散歩や手伝いなど生活の中でのさまざまな動きを含めること、身体活動の合計が毎日 60 分以上になるようにすることが推奨されている。

生活習慣病の重症化予防と運動基準・指針

すでに糖尿病、高血圧症、脂質異常症などの疾患を有する者でも、身体活動・運動の増加によって、これらの疾患が改善の方向へ向かうと同時に、虚血性心疾患、脳梗塞、一部のがんなどの発症が予防できることが示唆されている。日本糖尿病学会、日本高血圧学会、日本動脈硬化学会は、治療ガイドライン¹⁸⁻²⁰⁾において、糖尿病、高血圧症、脂質異常症の治療の1つとして、運動療法を推奨している。それぞれの学会で表現は若干異なるが、おおむね1日30~60分の中強度有酸素性運動を週3日以上(6メッツ・時/週以上)実施することが各疾患の治療・改善に望ましいとしている。運動を実施する際、栄養・食生活の管理も併せて行うことが重要である。また、安全に運動を実施するためには、かかりつけ医や健康運動指導士などの専門職と相談する。

身体活動・運動を安全に取り組むための留意事項

身体活動・運動は、その方法が適切でなかった場合、さまざまな傷害の発生や疾患の発症などの事故の原因となる可能性がある。そのため、さまざまな傷害の発生や疾患の発症などの事故の予防に配慮する必要がある。安全配慮のポイントとして、以下の点が挙げられる。

- ①身体活動・運動に適した服装や靴の選択
- ②身体活動・運動前後の準備・整理運動の実施方法の指導
- ③身体活動・運動の内容(種類や種目)や強度の選択
- ④正しいフォームの指導
- ⑤足腰に痛み等がある場合の配慮
- ⑥身体活動・運動中の対象者の様子や体調の変化への配慮
- ⑦救命処置技能や AED の使用法の習得など救急時のための準備

身体活動・運動を普及啓発するための考え方

平成 23 年 10 月の健康日本 21 最終評価において、運動習慣者の割合が増加しなかったことについて、「運動の重要性は理解しているが長期にわたる定期的な運動に結びついていないと考えられる」、「行動に移せない人々に対するアプローチを行う必要がある。具体的には、個人の置かれている環境(地理的・インフラ的・社会経済的)や地域・職場における社会支援の改善などが挙げられる」との評価がなされた。

社会環境の整備を考える上でまず重要なのは、地域における取り組みである。上記の考え方を踏まえ、健康日本 21 (第 2 次)では、「住民が運動しやすいまちづくり・環境整備に取り組む自治体数の増加」を目標として掲げることとした。

住民が運動しやすいまちづくり・環境整備の取り組みとは、住民の運動習慣や身体活動の向上を主目的とした環境やサービスの整備を対象とし、具体的には、住民の身体活動・運動の向上に関連する施設、公共交通機関、道路等のインフラ整備、具体的な数値目標を伴った明確な施策実施等が挙げられる。

企業で働く社員にとって、職場は多くの時間を過ごす場であり、日常生活における社会環境として大きな位置を占める。職域においては、労働者の健康確保対策に積極的に身体活動・運動施策を取り入れ、定期健康診断の有所見率増加傾向に歯止めをかけ、減少に転じさせることをめざすべきである。そのため、労働安全衛生マネジメントシステム等を活用し、各企業における自主的な健康づくり対策を身

体活動・運動施策を含めて推進することが重要である。例えば、通勤方法として、自家用車よりも公共交通機関や自転車、徒歩などを職場全体で推奨すること等が考えられる。

利用者の視点に立った指針のあり方

新しい「健康づくりのための身体活動基準・指針 2013」では、身体活動・運動の重要性を、国民に分かりやすく伝えることを目的として、簡潔にまとめることとした。身体活動基準でいくつかの基準値が示されたが、その中で、すべての世代に共通した基準として新しく示された「今より毎日 10 分ずつ長く歩く」をベースにし、「プラステン(+10)」を新しい主なメッセージとすることとした。このメッセージを軸に、以下のような行動変容アプローチに基づいて、国民全体の身体活動量や歩数の増加・運動の実践を啓発することが提案された。

①気づく！

からだを動かす機会や環境は身の回りにたくさんあります。それがいつなのか？ どこなのか？ 自身の生活や環境を振り返ってみましょう

②始める！

今より少しでも長く、少しでも活発にからだを動かすことが健康への第一歩です。1日 10 分増やす、歩く時は少し早くなど、できることから始めましょう

③達成する！

からだを動かす目標（基準）は、1日 60 分 ≒ 8,000 歩です。高齢の方は軽くて良いので 1日 40 分動きましょう

④広げる！

一人でも多くの家族や仲間、からだを動かすことのすばらしさを伝えましょう！ 一緒に行くと楽しさや喜びが一層増します

保健指導における基準・指針の活用

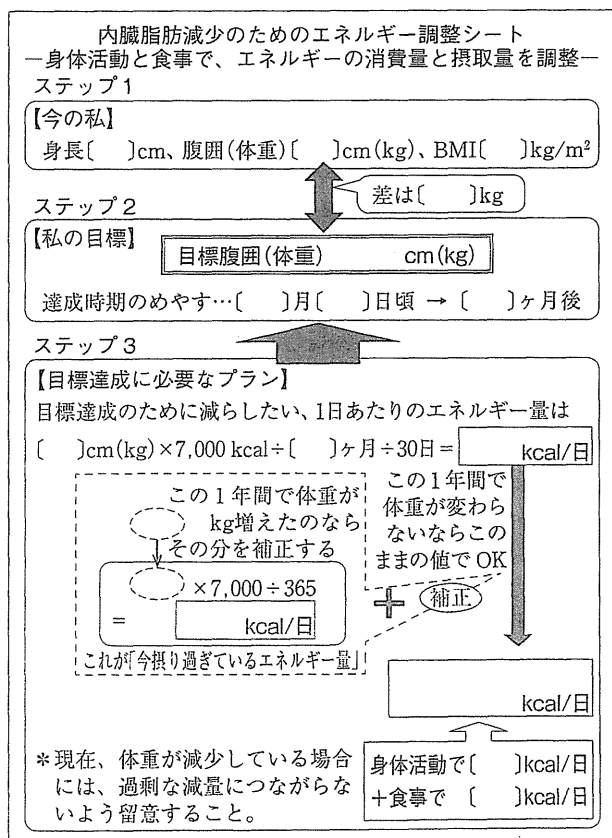
管理栄養士等が、保健指導等において身体活動・運動指導を開始する際には、身体活動・運動指導単独ではなく、食事・栄養指導等と合わせる必要がある。

特に肥満者の場合は、エネルギー調整に配慮して図 2 の考え方を踏まえた計画を立て、対象者と支援者が共有した上で保健指導に取り組むことが望ましい。

図 2 の資料は基本的に運動指針 2006 に示されたエネルギー調整シートの考え方を踏襲しつつ、より正確な減量計画の策定のために、過去 1 年間の体重の増加によるエネルギー出納の不均衡を補正する考え方を加えた点である。

また、身体活動・運動によるエネルギー消費量の算出法も若干変更された。運動基準・運動指針 2006 との違いは、米国スポーツ医学会の決定に基づき、エネルギー消費量の算出に用いていた係数 1.05 の掛け算を省略した点である。これにより、以下の例のように計算の手間を省くことが可能となった。

例：体重 72 kg の人がヨガ（2.5 メッツ）を 30 分行った場合のエネルギー消費量は、
 $2.5 \text{ メッツ} \times 0.5 \text{ 時間} \times 72 \text{ kg} = 90 \text{ kcal}$
 と計算することができる。



特定保健指導の初回面接の際に、保健指導計画を作成するためのツールとして活用される

●図 2 ● 内臓脂肪減少のためのエネルギー調整シート

ただし、体重減少を目的とし、体脂肪燃焼に必要なエネルギー消費量を求めるには、安静時のエネルギー消費量を引いた値を算出した上で用いる。

上記の例であれば、次のように計算することができる。

$$(2.5 \text{ メッツ} - 1 \text{ メッツ}) \times 0.5 \text{ 時間} \times 72 \text{ kg} = 55 \text{ kcal}$$

身体活動基準・指針の今後の課題と展望

今後、子どもの身体活動の基準値や、高齢者の運動量の基準値、身体活動不足や座位時間の基準値、全身持久力以外の体力の基準値について、エビデンスをもって設定できるよう、研究を推進していく必要がある。また、運動習慣を身に付ける時期と生活習慣病等のリスク低減効果がいまだ明らかではないため、子どもの時期から観察を開始するような、より長期にわたる新たな研究が求められる。さらに、体力や身体活動量・運動量を、客観的で簡便に測定する方法や指標の開発が望まれる。この基準と指針は、今後の研究成果の蓄積の状況や、健康日本 21 (第 2 次) の中間評価などを踏まえて、5 年後をめどに見直すことが望ましい。

文 献

- 厚生労働省運動所要量・運動指針の策定検討会：健康づくりのための運動基準 2006—身体活動・運動・体力—報告書 (2006)
- 厚生労働省運動所要量・運動指針の策定検討会：健康づくりのための運動指針 2006 (エクササイズガイド 2006) (2006)
- 厚生労働省次期国民健康づくり運動プラン策定専門委員会：次期国民健康づくり運動プラン報告書, pp. 100-107 (2012)
- 宮地元彦：生活習慣病予防のための体力, 特集新しい健康づくりのための運動基準・指針, 体育の科学, 56, 608-614 (2006)
- 田中茂穂：生活習慣病予防のための身体活動・運動量, 特集新しい健康づくりのための運動基準・指針, 体育の科学, 56, 601-607 (2006)
- 村上晴香, 川上諒子, 大森由美, 他：健康づくりのための運動基準 2006 における身体活動量の基準値週 23 メッツ時と 1 日あたりの歩数との関連, 体力科学, 61, 183-191 (2012)
- Greenland S, Longnecker MP: Methods for trend estimation from summarized dose-response data, with applications to meta-analysis, *American Journal of Epidemiology*, 135, 1301-1309 (1992)
- Samitz G, Egger M, Zwahlen M: Domains of physical activity and all-cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies, *International Journal of Epidemiology*, 40, 1382-1400, doi: 10.1093/ije/dyr112 (2011)
- Zheng H, Orsini N, Amin J, et al.: Quantifying the dose-response of walking in reducing coronary heart disease risk: meta-analysis, *Eur J Epidemiol*, 24, 181-192. doi: 10.1007/s10654-009-9328-9 (2009)
- 太田壽城, 張建国, 石川和子, 他：日本人の最高酸素摂取量, 換気性閾値及び脚伸展パワー標準値策定の試み, 日本公衆衛生雑誌, 46, 289-297 (1999)
- 磯川正教, 今中國泰, 大槻文夫, 他：対体重最大酸素摂取量, 新・日本人の体力標準値/首都大学東京体力標準値研究会編, pp. 328-330 (2007) 不昧堂, 東京
- 鈴木政登：日本人の健康関連体力指標最大酸素摂取量基準域および望ましいレベル, 体力科学, 58, 5-6 (2009)
- 大島秀武, 引原有輝, 大河原一憲, 他：加速度計で求めた「健康づくりのための運動基準 2006」における身体活動の目標値 (23 メッツ・時/週) に相当する歩数, 体力科学, 61, 193-199 (2012)
- 村上晴香, 川上諒子, 大森由美, 他：健康づくりのための運動基準 2006 における身体活動量の基準値週 23 メッツ時と 1 日あたりの歩数との関連, 体力科学, 61, 183-191 (2012)
- 熊原秀晃, Schutz Y, 吉岡まゆみ, 他：健康づくりのための運動基準に則した日常生活活動量評価における歩数の妥当性, 福岡大学スポーツ科学研究, 39, 101-111 (2010)
- 文部科学省幼児期運動指針策定委員会：幼児期運動指針 (2012)
- 竹中晃二編：アクティブ・チャイルド 60 min./日本体育協会監修 (2010) サンライフ企画, 東京
- 日本動脈硬化学会：運動療法, 動脈硬化性疾患予防のための脂質異常症治療ガイド 2008 年版, 35-38 (2008)
- 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会：生活習慣改善, 運動療法, 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン 2009, 34 (2009)
- 糖尿病治療ガイド編集委員会：運動療法, 日本糖尿病学会編糖尿病治療ガイド 2008-2009, 41-43 (2008)

新しい「健康づくりのための身体活動基準・指針 2013」は、平成 25 年 3 月末に厚生労働省より公表予定です。

Reference values and prediction of sarcopenia in Japanese men and women

Kiyoshi Sanada^{1*} and Motohiko Miyachi²

¹ College of Sport and Health Science, Ritsumeikan University, 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan

² Department of Health Promotion and Exercise, National Institute of Health and Nutrition, 1-23-1 Toyama, Shinjuku, Tokyo 162-8636, Japan

Received: October 12, 2012 / Accepted: November 19, 2012

Abstract In this article, we determine the reference values for sarcopenia, and test the hypothesis that sarcopenia is associated with risk factors for cardiovascular disease. Moreover, we develop prediction models of sarcopenia in Japanese men and women. A total of 1,488 Japanese men and women, aged 18-85 years, participated in this study. Appendicular muscle mass (AMM) was measured by dual-energy X-ray absorptiometry. Reference values for classes 1 and 2 sarcopenia (skeletal muscle index; $\text{AMM}/\text{height}^2$, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) in each sex were defined as values one and two standard deviations below the sex-specific means of reference values obtained in this study from young adults aged 18-40 years. The reference values for classes 1 and 2 sarcopenia were $7.77 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ and $6.87 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ in men, and $6.12 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ and $5.46 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ in women, respectively. In subjects with both class 1 and class 2 sarcopenia, body mass index and % body fat were significantly lower than in normal subjects. Despite this, whole blood glycohaemoglobin A1c in men with class 1 sarcopenia was significantly higher than in normal subjects, and brachial-ankle pulse wave velocity in women, with both class 1 and class 2 sarcopenia, was significantly higher than in normal subjects. Stepwise regression analysis indicated that the body mass index (BMI), waist circumference, and age were independently associated with skeletal mass index (SMI) in men; and BMI, handgrip strength, and waist circumference were independently associated with SMI in women. The SMI prediction equations were applied to the validation group, and strong correlations were also observed between DXA (dual-energy x-ray absorptiometry) -measured and predicted SMI in men and women. We concluded that sarcopenia is associated with more glycation of serum proteins in men and with greater arterial stiffness in women. Moreover, the prediction models of SMI using anthropometric measurements are valid for alternative DXA-measured SMI in Japanese adults.

Keywords : sarcopenia, reference values, Japanese, CVD risk factors, prediction models

Introduction

Sarcopenia, from the Greek language meaning “poverty of flesh,” is a term coined by Rosenberg¹⁾ in 1989 to denote the decline in muscle mass and strength that occurs with healthy aging. Sarcopenia, a reduction in muscle mass and muscle strength with age, causes impaired gait²⁾, disability³⁾, falls⁴⁾, and osteoporosis⁵⁻⁷⁾, and increases the risk of developing a wide range of chronic disorders, including hypercholesterolemia, atherosclerosis, hyperglycemia, insulin resistance, and hypertension⁸⁻¹¹⁾.

Reference data are available from the New Mexico Elder Health Survey¹²⁾, in which appendicular muscle mass was measured by dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) in 883 randomly selected elderly Hispanic and white men and women. Sarcopenia was defined as muscle mass 2 standard deviations (SD) below the mean for young healthy participants in the Rosetta Study¹³⁾. Pres-

ently, however, several criteria are used to identify sarcopenia including low muscle mass, low muscle strength and low physical performance¹⁴⁾; even though there is no consensus on criteria for sarcopenia in Japan, or even at a global level. In this review, we describe the reference values for sarcopenia and test the hypothesis that sarcopenia is associated with cardiovascular disease (CVD) risk factors independent of waist circumference.

Moreover, at present, since there are no prediction models of sarcopenia available for the general public using simple measurements, such as anthropometric or functional ability, an additional purpose of this review is to identify and describe prediction models for sarcopenia in Japanese men and women.

Reference values of sarcopenia

The European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) developed a practical clinical definition and consensus diagnostic criteria for age-related

*Correspondence: ksanada@fc.ritsumei.ac.jp

sarcopenia¹⁴⁾. The EWGSOP recommends using the presence of both low muscle mass and low muscle function (strength or performance) for the diagnosis of sarcopenia. Thus, diagnosis requires documentation of criterion 1 plus documentation of either criterion 2 or criterion 3 (Table 1). Moreover, the EWGSOP also provides an algorithm for screening and assessment¹⁴⁾. The ‘presarcopenia’ stage is characterized by low muscle mass without impact on muscle strength or physical performance. This stage can only be identified by techniques that measure muscle mass accurately and in reference to standard populations. The ‘sarcopenia’ stage is characterised by low muscle mass, plus low muscle strength or low physical performance. ‘Severe sarcopenia’ is identified as the stage when all three criteria of the definition are met (low muscle mass, low muscle strength and low physical performance). The EWGSOP recommends using normative (healthy young adult) rather than other predictive reference populations, with cut-off points at two standard deviations below the mean reference value, which is consistent with a gait speed of less than 0.8 m·s⁻¹ (Fig. 1). On the other hand, the International Working Group on Sarcopenia (IWGS) showed that a diagnosis of sarcopenia is consistent with a gait speed of less than 1 m·s⁻¹ and an objectively-measured low muscle mass (eg: appendicular mass relative to ht² that is ≤ 7.23 kg·m⁻² in men ≤ 5.67 kg·m⁻² in women)¹⁵⁾. The IWGS has also reported several indices for sarcopenia and prevalence data (Table 2).

We performed a cross-sectional study in Japanese men and women, to determine reference values for sarcopenia¹⁰⁾. Appendicular muscle mass (AMM) was measured by dual-energy X-ray absorptiometry. Reference values for classes 1 and 2 sarcopenia (skeletal muscle index; AMM/height², kg·m⁻²) for each sex were defined as values one and two standard deviations below the sex-specific means of reference values obtained in this study from young adults aged 18 to 40 years. Fig. 2 shows the relationship between age and the DXA-measured skeletal muscle index in Japanese adult men and women (age≥40). Significant correlations were observed in both men and women. The reference values for class 1 and class 2 sar-

copenia were 7.77 kg·m⁻² and 6.87 kg·m⁻² in men and 6.12 kg·m⁻² and 5.46 kg·m⁻² in women, respectively. Depending on the literature definition used for sarcopenia, the prevalence in 60 to 70 year olds is reported as 5 to 13%, while the prevalence ranges from 11 to 50% in people >80 years¹⁶⁾. The number of people around the world aged ≥60 years was estimated at 600 million in the year 2000, a figure that is expected to rise to 1.2 billion by 2025 and 2 billion by 2050¹⁷⁾. The prevalence rates of class 1 and class 2 sarcopenia in Japanese subjects (men and women combined) aged 70 to 85 years were 6.4% and 40.4%, respectively (Fig. 3). The prevalence rates of class 1 and class 2 sarcopenia in men aged 70 to 85 years were 6.7% and 56.7% and in women 6.3% and 33.6%, respectively. Several studies have quantified sarcopenia by indexing fat-free mass (FFM) or appendicular fat-free mass divided by height squared, fat mass or total mass. Using an index of AMM/Ht² in the New Mexico Study, the prevalence of sarcopenia (i.e. AMM/Ht² 2 SD below a young reference group) was originally determined to be over 50% in persons older than 80 years¹²⁾. Janssen et al. (2002)¹⁸⁾, using an index of lean/total mass and bioelectric impedance data from NHANES III, found the prevalence of sarcopenia, using the 2 standard deviation criteria (-2SD), in persons aged 60 years and older to be 7 to 10%. In their study, the prevalence of both class 1 (59% vs 45%) and class 2 (10% vs 7%) sarcopenia was greater in older (> or = 60 years) women than in older men. They concluded that reduced relative skeletal muscle mass in older Americans is a common occurrence that is significantly and independently associated with functional impairment and disability, particularly in older women. Table 2 compares a number of different studies on the prevalence of sarcopenia^{10,12,18-25)}. A common finding of all of these approaches is that sarcopenia, defined as reduced fat free mass, is highly prevalent in older people, and increases with advancing age. The prevalence rates of class 2 sar-

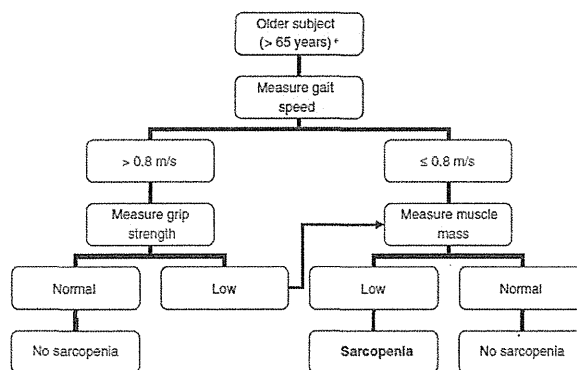
Table 1. Criteria for the diagnosis and conceptual stages of sarcopenia in EWGSOP.

Diagnosis is based on documentation of criterion 1 plus (criterion 2 or criterion 3)

1. Low muscle mass
2. Low muscle strength
3. Low physical performance

Stage	Muscle mass	Muscle strength	Performance
Presarcopenia	↓		
Sarcopenia	↓	↓	Or ↓
Severe sarcopenia	↓	↓	↓

EWGSOP, the European Working Group on Sarcopenia in Older People (Cruz-Jentoft et al. 2010).



* Comorbidity and individual circumstances that may explain each finding must be considered
 + This algorithm can also be applied to younger individuals at risk

Fig. 1 EWGSOP conceptual stages of sarcopenia. EWGSOP, the European Working Group on Sarcopenia in Older People (Cruz-Jentoft et al. 2010).

Table 2. Indices and prevalence of sarcopenia.

Reference No.	Method	Sarcopenia Index	Gender	n (cohort)	Age (years)	Prevalence
Baumgartner et al (12)	DXA	AMM/ht2 m ≤ 7.26 kg/m2 f ≤ 5.45 kg/m2	m/f	883	61-70 71-80 ≥ 80	13% 24% 50%
Melton et al (21)	DXA	AMM/ht2 m ≤ 7.26 kg/m2 f ≤ 5.45 kg/m2	m f	100 99	≥ 70	28% 52%
Morley et al (22)	DXA	AMM/ht2 m ≤ 7.26 kg/m2 f ≤ 5.45 kg/m2	m/f	199	< 70 ≥ 80	12% 30%
Janssen et al (18)	BI	Ratio of muscle mass/total body mass m ≤ 31.5% f ≤ 22.1%	m f	2,224 2,278	≥ 60 ≥ 60	7% 10%
Tanko et al (24)	DXA	AMM/ht2 f ≤ 5.4 kg/m2	f	67	≥ 70	12%
Ianuzzi-Sacich et al (19)	DXA	AMM/ht2 m ≤ 7.26 kg/m2 f ≤ 5.45 kg/m2	m f	142 195	≥ 65	27% 23%
Newman et al (23)	DXA	AMM/ht2 m ≤ 7.23 kg/m2 f ≤ 5.67 kg/m2	m f	1,435 1,549	70-79	20% 20%
Castillo et al (25)	BI	Fat free mass m ≤ 47.9kg f ≤ 34.7kg	m f	694 1,006	70-75 ≥ 85	4%, 3% 16%, 13%
Janssen et al (20)	BI	Total muscle mass/ht2 m ≤ 8.50 kg/m2 f ≤ 5.75 kg/m2	m f	2,223 2,276	≥ 60	11% 9%
Janssen et al (20)	BI	Total muscle mass/ht2 m ≤ 8.50 kg/m2 f ≤ 5.75 kg/m2	m f	2,196 2,840	≥ 65	17% 11%
Sanada et al (10)	DXA	AMM/ht2 m ≤ 6.87 kg/m2 f ≤ 5.46 kg/m2	m f	168 791	70-85	7% 6%

Adapted from Fielding et al. (2011)

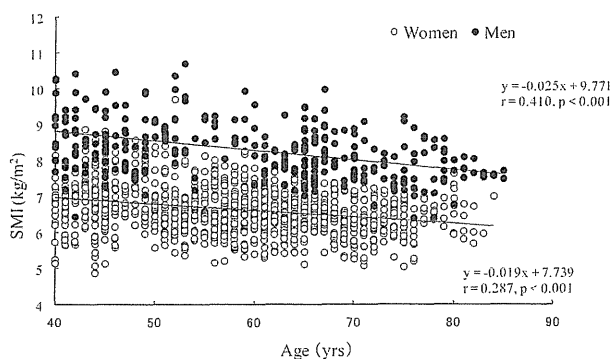


Fig. 2 Relationship between age and the DXA-measured skeletal muscle index (SMI) in Japanese adult men and women.

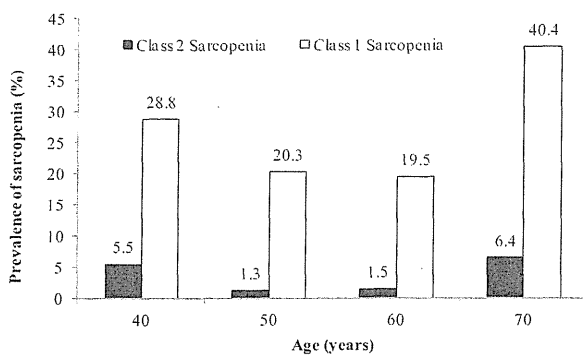


Fig. 3 Prevalence rates of class 1 and class 2 sarcopenia in Japanese adults. Sanada et al. Unpublished data.

copenia in Japanese people were relatively lower than in previous studies.

Relationship between sarcopenia and CVD risk factors

In certain individuals, these changes are extreme and produce a combination of substantial overweight and muscle weakness, a condition recently termed “sarcopenic obesity”²⁶⁻²⁷. Schragar et al. (2007) reported that global obesity and, to a greater extent, central obesity directly affect inflammation, which, in turn, negatively affects muscle strength, contributing to the development and progression of sarcopenic obesity²⁸). These findings suggest that proinflammatory cytokines may be critical in both the development and progression of sarcopenic obesity. Our recent study¹⁰ indicated that sarcopenia is associated with lower BMI and % body fat, and is associated with more glycation of serum proteins in men independent of waist circumference (Table 3). Thus sarcopenia in men may be associated with higher glycation of serum proteins regardless of the presence of abdominal obesity. These results suggest that non sarcopenic men, who maintain muscle mass, could also maintain low glycation of serum proteins. Furthermore, the study showed a significant correlation between whole-blood glycohaemoglobin A1c (HbA1c) and skeletal muscle index measured by DXA in Japanese men (Fig. 4). These results support our hypothesis that sarcopenia indicates a higher glycation of serum proteins, especially in older adults. Srikanthan et al. (2010)

Table 3. Relationships between sarcopenia and CVD risks by one-way analysis of covariance (ANCOVA) with adjustment for waist circumference.

	Men (age ≥ 41 years)			Women (age ≥ 41 years)		
	Normal (n=100)	Class 1 sarcopenia (n=63)	P values by one-way ANCOVA	Normal (n=613)	Class 1 sarcopenia (n=156)	P values by one-way ANCOVA
Waist C (cm)*	88.6 \pm 7.5	83.3 \pm 6.5	0.000	83.7 \pm 9.4	77.6 \pm 7.7	0.000
SBP (mmHg)	131.7 \pm 15.5	130.1 \pm 21.3	0.284	124.7 \pm 19.2	123.9 \pm 19.8	0.283
MBP (mmHg)	102.8 \pm 13.5	98.6 \pm 15.7	0.941	95.3 \pm 14.7	94.7 \pm 15.2	0.197
DBP (mmHg)	82.0 \pm 10.5	75.3 \pm 8.7	0.029	72.6 \pm 10.2	72.0 \pm 11.4	0.299
baPWV (cm \cdot s $^{-1}$)	1501 \pm 248	1534 \pm 324	0.087	1340 \pm 219	1452 \pm 355	0.000
FPG (mg \cdot dl $^{-1}$)	95.6 \pm 8.4	94.8 \pm 10.3	0.513	94.0 \pm 8.8	96.1 \pm 9.0	0.137
HgA1c (%)	4.99 \pm 0.29	5.26 \pm 0.46	0.000	5.15 \pm 0.36	5.17 \pm 0.41	0.124
TG (mg \cdot dl $^{-1}$)	124.2 \pm 81.9	109.4 \pm 66.3	0.973	102.2 \pm 56.4	103.9 \pm 65.9	0.142
TC (mg \cdot dl $^{-1}$)	188.2 \pm 39.0	171.3 \pm 35.4	0.021	210.3 \pm 45.7	207.9 \pm 45.9	0.796
HDLC (mg \cdot dl $^{-1}$)	56.1 \pm 13.5	57.9 \pm 14.7	0.253	65.6 \pm 14.7	69.1 \pm 15.3	0.427
TC/HDLC ratio	3.53 \pm 1.02	3.14 \pm 0.98	0.478	3.36 \pm 1.01	3.14 \pm 0.90	0.565
MetS No.	1.71 \pm 1.05	0.75 \pm 0.50	0.588	0.84 \pm 0.87	0.63 \pm 0.82	0.155

Waist C, waist circumference; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; MBP, mean blood pressure; baPWV, brachial-ankle pulse wave velocity; TC: total cholesterol; TG, triglycerides; HDLC, high-density lipoprotein cholesterol; FPG, fasting plasma glucose; MetS No., the number of metabolic syndrome risk factors. Data are mean \pm SE (SEM) * Mean \pm SD is unadjusted and P values by Student unpaired t test. Underline is P < 0.05.

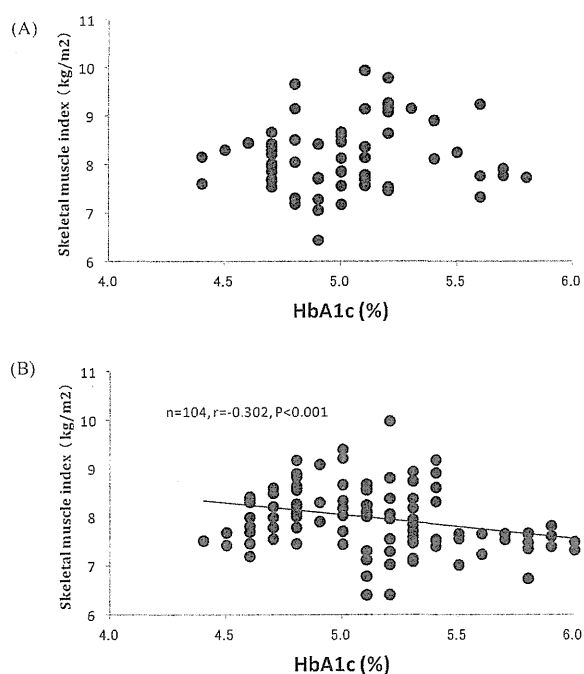


Fig. 4 Relationship between whole-blood glycohaemoglobin A1c (HbA1c) and skeletal muscle index measured by DXA in 40 to 64 year-old (A) and 65 to 85 year-old (B) Japanese men and women. Sanada et al. Unpublished data.

reported that sarcopenia, independent of obesity, is associated with adverse glucose metabolism, and the association is strongest in individuals under 60 years of age, which suggests that low muscle mass may be an early predictor of diabetes susceptibility²⁹). They performed a cross-sectional analysis of NHANES III data utilizing subjects aged 20 years or older, non-pregnant (N = 14,528). However Aubertin-Leheudre et al. (2006) reported that sarcopenia seems to be associated with lower risk factors predisposed to CVD in obese postmenopausal women³⁰). They raise the alarm that, with the increase in the number of aging people, the health implications of being sarcopenic-obese merit more attention. Certainly, obese women had higher triglycerides and total cholesterol/high-density lipoprotein cholesterol (HDL) levels, and a lower HDL level, than the sarcopenic-obese women; although no difference was observed for other parameters, such as low-density lipoprotein cholesterol, fasting insulin, glucose, insulin sensitivity index, and C-reactive protein. In particular, HOMA2, as an index of insulin resistance in sarcopenic-obese women (163 \pm 52%), tended to be higher than that in the obese women (130 \pm 52%). In addition, they recruited sixty postmenopausal women, aged 55 to 75 years, for their study. The sample size is very small compared to the cross-sectional study. Muscle mass may decline by 25% between the ages of 50 and 75 years³¹), which translates

into atrophy or a decrease in the number of type II fibers and a tendency toward an increase or maintenance of type I fibers³². Hence, because type II fibres are recognized as glycolytic and insulin-resistant³³, a decrease in their number and size may explain how sarcopenia positively alters glucose metabolism. Diabetes mellitus is associated with severe muscle wasting, and insulin increases body cell mass and body nitrogen in diabetic³⁴. It is not clear to what extent loss of the anticatabolic effect of insulin occurs in nondiabetic subjects as they age, but insulin resistance could certainly play a role in the development of sarcopenia²⁷. Stephen and Janssen reported that sarcopenic obesity, identified based on muscle strength, but not muscle mass, was modestly associated with increased CVD risk³⁵. These findings imply that strength may be more important than muscle mass for protection against CVD in old age. However, the reference values for sarcopenia in this study were determined by bioimpedance analysis. The relationship between sarcopenia and DXA and CDV risk factors was not studied.

Conversely, although there was no significant difference in serum concentrations of triglycerides, the total cholesterol in sarcopenic men was significantly lower than that of normal subjects, independent of waist circumference. Aubertin-Leheudre et al. (2006) demonstrated that obese women had a far worse lipid profile, including lower HDL cholesterol and higher triglycerides, than did sarcopenic-obese postmenopausal women³⁰. In addition, obese women ingested significantly more animal and less vegetable protein, although both groups had a similar total protein intake in their study. We did not evaluate dietary intake in this study. However, the lower total cholesterol in sarcopenic men may be associated with a difference in the components of their protein intake.

The brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV), a recognized indicator of arterial stiffness³⁶ and arterial compliance³⁷, has been regarded as a marker reflecting vascular damage³⁸. Substantial evidence has accumulated indicating that arterial stiffness and increased baPWV are important independent predictors of CVD events³⁹. The amount of visceral fat is an independent predictor of pulse wave velocity (PWV), and could be considered a risk factor for CVD⁴⁰. Our recent study shows that the age-related increase in baPWV is attenuated in men trained to row, who retained lean soft tissue mass as measured by DXA⁴¹. However, the relationship between sarcopenia and arterial stiffness is not clear. Our findings in this study show that baPWV is significantly higher in women with both class 1 and class 2 sarcopenia than in normal controls, independent of waist circumference (Table 3). A previous study indicated that greater leg lean mass was the most important determinant of lower arterial stiffness¹¹. These results suggest that sarcopenia in women is positively associated with arterial stiffness regardless of waist circumference.

Prediction of sarcopenia

Fuller et al. (1996) investigated that a comprehensive number of body composition predictions (involving weight, height, skinfold thickness, bioelectrical impedance and near-infrared interactance-NIRI) were evaluated against total body water (TBW from isotope dilution), in 23 randomly selected men over 75 years old, and DXA, in 15 volunteers from this group⁴². They concluded that some body composition predictions are unacceptable (at least for TBW) in older men, and care is recommended when selecting from these methods or equations. Also, the segmental impedance method is as good as, if not better than, anthropometry alone in predicting limb muscle mass measured by DXA in older men. However, with the decline in anabolic stimuli that occurs with age, there is some evidence of an increase in catabolic stimuli as well. For example, Roubenoff and colleagues (1998) found that production of IL-6 and IL-1Ra by peripheral blood mononuclear cells, from ambulatory elderly participants (72 to 92 years old) in the Framingham Heart Study, was significantly higher than from younger controls⁴³. These anabolic cytokines increase with the development of metabolic syndrome. In our recent study, we developed prediction models of sarcopenia using anthropometric measurements including waist circumference in 1,894 Japanese men and women aged 18 to 85 years. Consequently, stepwise regression analysis indicated that BMI, waist circumference and age were independently associated with skeletal muscle index in men; and BMI, handgrip strength and waist circumference were independently associated with skeletal muscle index in women (Table 4). Moreover the skeletal muscle index prediction equations were applied to the validation group, and strong correlations were also observed between the DXA-measured and predicted skeletal muscle index in men and women (Fig. 5). These results suggest that the prediction models of SMI using anthropometric measurement are valid for an alternative DXA-measured skeletal muscle index for Japanese adults. These prediction models of skeletal muscle index are ideal characteristics for field studies.

References

- 1) Rosenberg IH. 1989. Summary comments. *Am J Clin Nutr* 50: 1231-1233.
- 2) Judge JO, Underwood M, Gennosa T. 1993. Exercise to improve gait velocity in older persons. *Arch Phys Med Rehabil* 74: 400-406.
- 3) Alexander NB, Schultz AB, Warwick DN. 1991. Rising from a chair: effects of age and functional ability on performance biomechanics. *J Gerontol* 46: M91-M98.
- 4) Wolfson L, Judge J, Whipple R, King M. 1995. Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 50 Spec No: 64-67.
- 5) Walsh MC, Hunter GR, Livingstone MB. 2006. Sarcopenia in