

- 19) Murayama H, Shibui Y, Kawashima T, Kano N, Toratani A, Tachibana R, Shibuta K, Fukuda Y, Murashima S. [Homebound status and life space among Japanese community-dwelling elderly in an urban area]. *Nihon Koshu Eisei Zasshi*. 2011; Oct; 58(10): 851–66.
- 20) Inoue K, Matsumoto M. Homebound status in a community-dwelling elderly population in Japan. *Asia Pac J Public Health*. 2001; 13(2): 109–15.
- 21) Umegaki H, Yanagawa M, Nonogaki Z, Nakashima H, Kuzuya M, Endo H. Burden reduction of caregivers for users of care services provided by the public long-term care insurance system in Japan. *Arch Gerontol Geriatr*, 2014; 58: 130–133.
- 22) Wajnberg A, Ornstein K, Zhang M, Smith KL, Soriano T. Symptom burden in chronically ill homebound individuals. *J Am Geriatr Soc*, 2013; 61: 126–131
- 23) Mulasant BH, Ganguli M, Seaberg EC. The relationship between self-rated health and depressive symptoms in an epidemiological sample of community-dwelling older adults. *J Am Geriatr Soc*, 1997; 45: 954–958.
- 24) Inoue S, Ohya Y, Odagiri Y, Takamiya T, Ishii K, Kitabayashi M, Suijo K, Sallis JF, Shimomitsu T. Association between perceived neighborhood environment and walking among adults in 4 cities in Japan. *J Epidemiol*, 2010; 20: 277–286.
- 25) Murayama H, Yoshie S, Sugawara I, Wakui T, Arami R. Contextual effect of neighborhood environment on homebound elderly in a Japanese community. *Arch Gerontol Geriatr*, 2012; 54: 67–71.



私の提言

名古屋大学大学院
医学系研究科
地域在宅医療学老年科学

葛谷雅文

我が国は超高齢社会に突入した。その状況下で、重要な問題の1つに「高齢者医療のあり方」が挙げられる。今回は日本の老年医学の専門家として分析・研究を進めている葛谷氏に、高齢者医療・老年医学の大切さを示してもらった。



葛谷雅文（くずや・まさふみ）
●56年愛知県生まれ。83年大阪医科大学卒業、89年名古屋大学大学院医学研究科卒。米国国立老化研究所研究員、名古屋大医学部附属病院（老年科）助手、講師、准教授などを経て、11年同大学院医学系研究科地域在宅医療学・老年科学分野教授、16年同大未来社会創造機構教授（併任）。専門分野は老年医学、栄養・代謝、サルコペニア・フレイル、動脈硬化、認知症、医療連携など。

超高齢社会における高齢者医療のあり方を説く

「老年医学」の貢献と発展について

日本の人口構造の背景

ご存知のように、日本をはじめ先進国に共通の社会的、そして医療上の問題として、人口の高齢化、患者の高齢化の問題がある。平成に入り、日本では高齢者の数ならびに割合が急増し、現在では65歳以上の人口の占める割合が総人口の1/4を占めるまでに至り、大きな人口構造の変動が起きている。

平成26（2014）年には高齢者人口は329

6万人、総人口に占める割合は25・9%に到達し、前年との比較においても0・8%上昇している。後期高齢者、すなわち75歳以上の高齢者の全人口に占める割合で見ると、昭和25（1950）年には1・3%であったが、平成3（1991）年には5%、20（2008）年に10%を超え、26（2014）年には12・5%と、初めて8人に1人が75歳以上となった。

今まではマイノリティーであった、特に75歳以上の後期高齢者層は、今後日本ではこの年代しか人口が増加しないという、超高齢社会に突入している。恐ろしいことに2050年ごろには、75歳以上の全国民に対する割合は25%に到達すること

が試算されている。

医療ニーズの変化

高齢者ほど疾病にかかりやすく、医療依存度が高くなる。したがって、国民の高齢化に伴い医療のターゲットとなる年齢層も上昇し、医療の目指すもの、目的も、疾病予防や生活習慣病予防だけではなく、寝たきり予防、健康寿命延長、自立した生活の維持、介護予防などの重要度が増してきている。

【表1】 求められる医療のパラダイムシフト

	以前	超高齢社会
疾病対象者	若年者・前期高齢者	後期高齢者・超高齢者
特徴的疾患	急性期疾患	多疾患・慢性期疾患
障害の種類	疾患（治療可能）	障害（治療不能）
機能障害・後遺症	なし	あり
必要な対応	病院医療（急性期医療） （治療学） 治療（キュア）	地域（在宅）医療（慢性期医療） 支える医療 介護（ケア、生活支援）
求められる医学教育	診断学・治療学	障害者医療・リハビリテーション・ 終末期医療・緩和医療・慢性期医療・ 包括医療・在宅医療
看取り場所	病院	在宅・介護施設
死に対して	医療の敗北・延命	QOD・尊厳死
医療連携	必要	必要
医療福祉連携	不要	必要

現在の病院医療を中心とした医療システムでは現状（超高齢社会）に対応できなくなってしまった。超高齢社会を迎え、増えているのは病人ではなく（慢性疾患を抱える高齢）障害者である。障害者に対応した医療システムは、在宅（地域）での療養生活を支える介護と在宅医療で、病院医療から在宅医療へのパラダイムシフトが必要なる理由である。

我々の時代の臨床医学教育は、主に診断学と治療学であったように思う。症状、検査により疾病を診断し、その治療に全力を尽くす診療行為の教育が主であった。しかし、患者の高齢化に伴い、治療困難な慢性疾患は増加し、疾患ならびに老化を基盤としたさまざまな障害を抱えた対象者が増加し、癌以外の終末期を過ごす患者も急増してきている。

看取りの数も今後ますます増えることが予測され、以前のような「死は医療の敗北である」などと言っているような時代ではなく、QOD（クオリティ・オブ・デス）を目指す医療も重要視されてきている。抱える疾病も多種多様であり、複数の臓器にまたがる疾患を包括的に管理することが求められる。

以前には存在していなかった、またはそれほど注目されていなかった障害者医療、リハビリテーション、慢性期医療、緩和医療、終末期医療、総合（包括）医療、在宅医療、チーム医療、支える医療などの需要が増え、重要視されてきている（表1）。ただ、これらの医療は今なお医学教育には十分組み込まれておらず、教育システムの遅延が浮かび上がっている。

さらに高齢者医療では、複雑多様な疾病を包括的に管理するだけでは十分ではなく、生活の場、経済的な問題、介護者、家族の問題を含むさまざまな環境の問題を統合して医療に当たらなければならぬ。当然医師だけで完結できるわけもなく、多くの職種と協働で関わらなければならないのはいまでもない。

また、今後持続可能な医療システムを構築する過程で、今までの病院完結型医療から地域完結型医療（地域包括ケア）への変換も進行中であり、

医療構造自体が大きく変わるうとしている。まさに、この地域包括ケアでは多職種による連携、チーム医療というのがキーワードとなっているのはご承知の通りである。

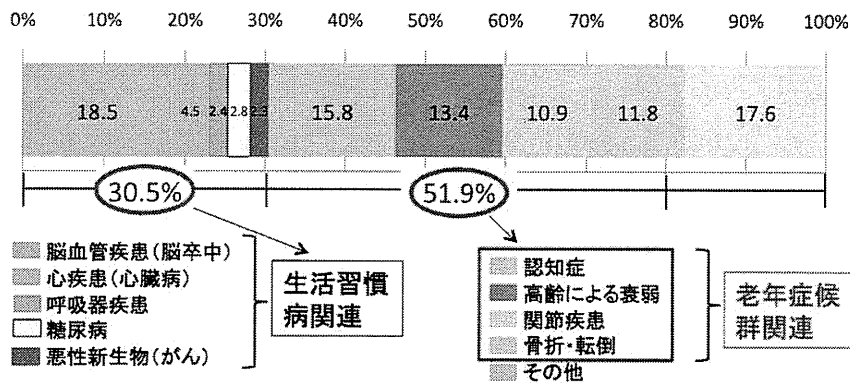
高齢者医療の独自性

高齢者はいずれも老化という、生命体としては避けようがない退行性変化を基盤に持つことが、まずは成人との大きな相違である。したがって、絶えず寿命、余命を考えながらの医療になる。疾病関連症状、各種臓器の機能、薬物代謝、疾病有病率、生命予後への影響など種々の医療に直接関わるものは、成人と高齢者では異なる場合が多い。例えば、体重、BMI値の疾病発症、生命予後に与える影響は成人と高齢者では様相がかなり異なる。成人では肥満は疾病発症や生命予後の強いリスクになるが、高齢者では明らかに肥満の影響が少なくなる。むしろ肥満の方が、生命予後としては有利となる場合もある。生活習慣に関しても、成人の管理と高齢者の管理では異なる。

最近では、各学会のガイドラインも成人と高齢者を差別化して、治療目標値、生活習慣を含む治療法を記載しているところが多くなった。薬剤代謝も高齢者では成人と大きく異なる場合があるため、薬剤使用量の調整は大変重要である。また薬剤に関しては多病であるため、複数の診療科（所）を受診しているケースも多く、多剤投与になりやすく、これが医原病を起こしていることもまれではない。また一口に高齢者といっても65歳から100歳前後まで同等に扱うことは当然でせず、高

葛谷雅文

図1 介護が必要となった主な原因 (要介護者、要支援者合計)



(資料：厚生労働省「平成25年国民生活基礎調査の概況」)

表2 フレイルの診断

1. Weight Loss (体重減少：1年に4～5kg)
2. Exhaustion (疲労感)
3. Low Activity (活動量の低下)
4. Slowness (歩行速度の遅延)
5. Weakness (筋力低下)

文献2より

上記の5項目の内3項目当てはまればフレイル、1～2項目ならプレフレイル

今後の予防医療のターゲット

高齢者の中でも年齢を考慮した医療が必要である。

今後高齢者がさらに増えることにより、医療費さらには介護費用が増大することが危惧されている。特に介護保険で要介護認定を受ける対象者は現在要支援を含めると500万人以上存在しており、2000年に介護保険制度が導入された時に比較し2倍以上に要介護認定者数は増加している。超高齢社会に突入している我が国においては、今

後要介護高齢者を増やさない対策、すなわち介護予防対策は喫緊の課題であり、日本人の健康寿命の延伸にもつながる。

図1は、2013年度の日本の国民が要介護・要支援になった主要な原因を表している。脳血管疾患をはじめとする生活習慣病関連が原因なのは全体の30・5%に及び、認知症、高齢による衰弱、関節疾患、骨折・転倒など、いわゆる「老年症候群」を要因とするものは全体の51・9%に及ぶ。もちろん脳卒中をはじめとする疾病予防(生活習慣病予防)の重要性はいうまでもないが、後期高齢者が要介護になる原因として無視できないのは、この老年症候群である。

老年医学の貢献と発展

日本は、後に続く国々の見本となるような高齢者医療を構築し実践していく必要がある。老年医学は高齢者医療を支える学問として存在しなければ

日本老年医学会はこの「高齢による衰弱」を「フレイル」と呼び、介護予防の重要因子として注意喚起をしている。フレイルの診断は表2に表したが、詳細は専門書をご覧いただきたい。フレイルと診断され、適切な介入がされないと、将来日常生活障害、入院、死亡、転倒・骨折のリスクが高くなることは、既に多くの報告で明らかとされている。

一方で、適切な介入、予防により、フレイルと判定された高齢者が再び自立した状態に回復することも知られている。したがって、しっかりと評価すること、その予防策が大変重要である。

ばならず、またこの学問なくして高齢者医療の発展はない。その学問は研究成果の土台の上に構築されるものであり、老年医学はその中で、特に臨床、医療をベースとした研究の上に成り立つ。またこの学問は、とりわけ社会への還元性の強いものである必要がある、医学ではあるが、高齢者医療の実践上明らかなように、その範囲は福祉・介護に近い研究から社会学に関連するものまで幅が広い。

かつては、日本の老年医学講座はその教室の得意な臓器別内科の高齢者版の診療、研究を主としているところが多く存在した。しかし、昨今の患者の高齢化もあり、各臓器別内科が関わる対象者自体が高齢者にシフトしてきており、臓器別内科との差別化が難しくなってきた。

したがって、現在老年医学講座（標榜診療科としては老年内科）は診療としては高齢者の包括医療を実践し、研究テーマも高齢者が抱える重要な症候（老年症候群）、疾患を中心に行っているところがほとんどである。高齢者医療の分野は幅広く、予防医学、重症化予防、慢性期医療、終末期医療、在宅医療、さらには大学病院のような高度急性期病院では、高齢者救急にも対応する必要がある。

全てのことを実施することは困難であるが、少なくとも高齢者の身体、精神心理などの特性を十分把握して、できるだけ包括的な医療を実践している。

残念ながら、日本老年医学会が認定している老年病専門医は1400名程度しか存在していない。当然全国の高齢者医療を一手に引き受けることは困難であるが、その使命として高齢者医療に関わる多くの医療者に、研究成果に基づく現場で役に立つ指針、情報を出し続ける役割がある。また、現場の医療者に少しでも老年医学を知っていただき、日常診療に役立てていただけるような取り組みが今後さらに必要である。

現在日本老年医学会では、老年医学についてそれを専門にしていない医療者にも少しでも知っていただくため、「高齢者医療研修会（2日間に及ぶ座学ならびにワークショップ）」を東京、大阪、名古屋、ならびに学術集会開催地で毎年実施している。

また国立長寿医療研究センターおよび全国老人保健施設協会の連携協力により、高齢者の心と体の自立を促進し、健康長寿社会の構築に貢献するため、①高齢者の心身および環境の問題を把握し、病気を抱けていても生きがいを持ち、その人らしく過ごすための援助を行う老人保健施設管理医師の養成、②多職種協働による医療介護が実施できる老人保健施設管理医師の養成を行うことにより、老年医学の進歩・発展に寄与することを目的に、全国老人保健施設協会の運営協力で「老人保健施設管理医師研修会」を昨年度から開催している。老年医学の浸透のために、今後もこのような活動は広げていく必要がある。

我が国の老年医学は 世界を牽引する必要がある

老年病専門医は内科認定医（専門医）の2階建て部分にあり、スペシャリストとして位置づけられている。しかし、明らかに臓器別内科とは異なり、その専門性は臓器ではなく高齢者、ということである。老年医学のテーマは膨大であり、解決しなければならぬことが山積している。特に超高齢社会のトップランナーである日本の老年医学は、世界を牽引する必要がある、それを成就するために多くの若い医師、研究者が参入していただくことを願う。

【参考HP・文献】

- 1 http://www.jpn-geriat-soc.or.jp/info/topics/pdf/20140513_01_01.pdf
- 2 Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al: Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56M114-6.
- 3 葛谷雅文：フレイルとは―その概念と歴史―フレイル超高齢社会における最重要課題とその予防戦略（葛谷雅文 両海照祥編）医歯薬出版、2014、26
- 4 <http://www.jpn-geriat-soc.or.jp/kensyu/koreishahuni>
- 5 <http://www.jpn-geriat-soc.or.jp/kensyu/hokenshitsu.html>

フレイルに対する介入と 栄養ケアの重要性

名古屋大学大学院医学系研究科 地域在宅医療学老年科学
葛谷雅文 *Kuzuya, Masafumi*

フレイル (frailty) の介入手段

フレイルの概念、診断は他項で述べられると思うが、フレイルには身体的、精神心理的、さらには社会的フレイルのように複数のドメインが存在する。本稿では、身体的フレイルに関する内容に絞って記載する。

身体的フレイルとサルコペニアはかなりオーバーラップしており、骨格筋量、筋力低下が存在する対象者の多くはフレイルの定義に当てはまる可能性が高い。表1にはそれぞれの代表的な診断について記載した^{1,2)}。実際、身体機能(歩行速度)ならびに筋力(握力など)の低下は両方の診断にまたがっているのがわかる。その意味で、フレイルの予防またはフレイル状態の高齢者への介入手段としてサルコペニアへ

の介入手段が使用できる可能性がある。

サルコペニアへの介入手段のなかで、もっともエビデンスの蓄積があるのは、運動、とくにレジスタンス運動と栄養、とくにたんぱく質、アミノ酸による介入である。とくにその併用により効果があることが知られる。実際、運動に関してはフレイル前段階の対象者をターゲットとしたレジスタンス運動での効果が報告されている。しかし、レジスタンス運動のみならず、多彩な複合運動プログラム、さらにはストレッチ運動の効果も報告されており、運動の種類に関する明確な差別化はいまのところむずかしい。

フレイルの概念と栄養との関係

身体的フレイルとは「加齢にともなう症候群として、多臓器にわたる生理的機能低下やホメオスタシス(恒常性)低下、身体活動性、健康状態を維持するためのエネルギー予備能の欠乏を基盤として、種々のストレスに対して身体機能障害や健康障害を起こしやすい状態」、との概念が基盤に存在する。わかりやすくいうと、機能を維持するうえでのエネルギー予備能欠乏状態といいかえることができる(図1)。1997年にCampbellとBuchnerはフレイルの評価として、1)骨格筋機能、2)持久力、3)認知機能、4)栄養状態評価、の4つの重要性を提案した。この時点で、すでに栄養状態とフレイ

表1 フレイルとサルコペニア診断

項目	フレイル	サルコペニア
筋肉量		○
栄養障害(体重減少)	○	
身体機能(歩行スピード)	○	△
筋力(握力など)	*○	△
うつ・活力	*○	
身体活動度	○	

フレイル診断は文献1より、サルコペニア診断は文献2を参照。

フレイル診断は上記項目のなかで3項目以上に当てはまる場合。

サルコペニアは筋肉量低下を必須項目とし、△項目のどちらかが当てはまる場合。

ルとの関係がクローズアップされていた。「エネルギー」は必ずしも栄養状態自体を指しているわけではないが、「エネルギー」をヒトにとってのなんらかの身体的動作、または生命維持に必要な「パワー」の源としてとらえると、フレイルの概念の本質にヒトの栄養状態が存在すると考えることができる。

その後Friedらは身体的フレイルの定義として、1) 体重減少、2) 疲労感、3) 活動量低下、4) 緩慢さ(歩行速度低下)、5) 虚弱(握力低下)、の5項目を診断基準として、3つ以上に当てはまる場合はフレイルとして診断し、1つまたは2つ該当する場合はフレイル前段階としたのは他項で述べられたとおりである¹⁾。Friedらはさらにこのフレイルをサルコペニア、予備力低下(恒常性低下)と関連させる理論を提示した³⁾。すなわち、Friedらは図2に示すようなフレイル・サイクルを提唱し、摂取量低下(食欲低下)が体重減少を起こし、低栄養状態がサルコペニアを誘導、さらにはサルコペニアにより疲労度(活力低下)ならびに筋力低下が引き起こされ、その後身体機能低下、活動度の低下に連なるサイクルを報告した。またサルコペニア、すなわち骨格筋量低下により基礎代謝自体が低下し、それにより活動量の低下も加わり、消費エネルギー量の低下をとめない、さらに摂

食量が低下するという悪循環のサイクルに連なる。このサイクルの提案から、フレイルは明らかに摂取カロリーであるとか、消費エネルギー量、基礎代謝などと密接にかかわり、栄養とは切り離せないものであることがわかる。

一方で、ここで、Friedらのオリジナルにはないが、このサイクルは右回りだけではなく、左回りのサイクル(リバース・フレイル・サイクル)があることを提言したい。摂取量の低下により体はエネルギー保持に働き活動度が低下することが報告されている。これは体重維持するための恒常反応によるものと思われるが、活動度の低下によりサルコペニアに導かれる関係が見い出される(図3)。いずれにしろ、このリバース・フレイル・サイクルも栄養とフレイルとが密接にかかわっていることを示唆している。

栄養状態ならびに栄養素とフレイルの関係

栄養状態とフレイルとの横断的な報告は複数存在し、低BMIならびに低カロリー摂取はフレイルとの関連を認めている^{4,5)}。たとえば ≤ 21 kcal/kg体重/日の摂取カロリーでは、 > 21 kcal/kg体重/日摂取している対照に比較し1.24倍フレイルのリスクが高く、摂取エネ

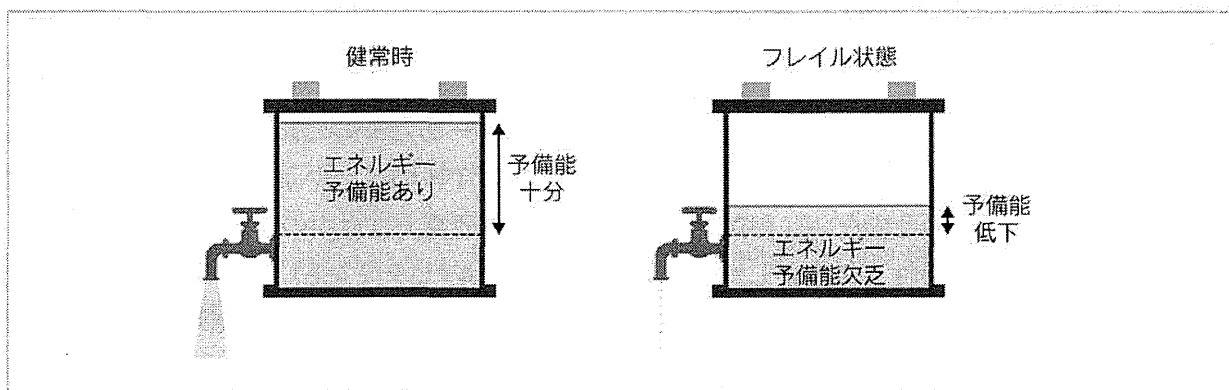


図1 フレイルとエネルギー不足

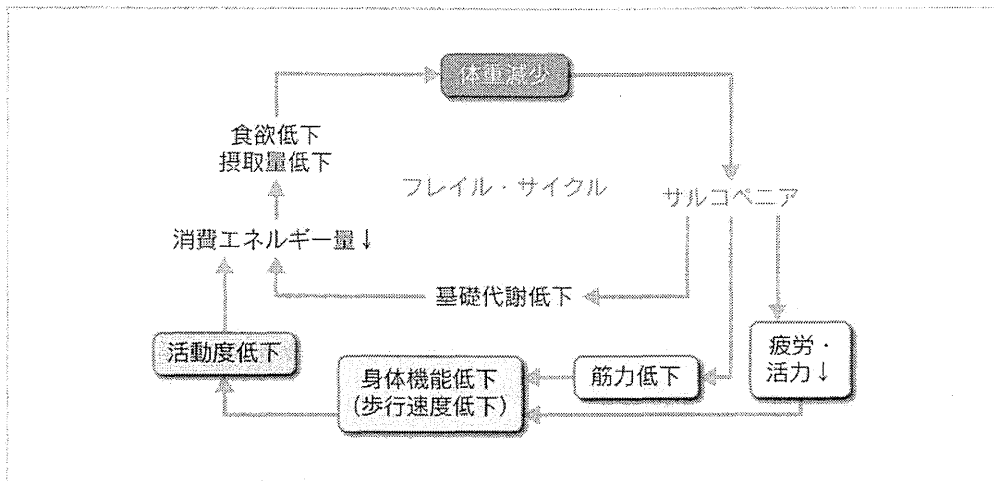


図2 フレイル・サイクル

(文献3より、改変)

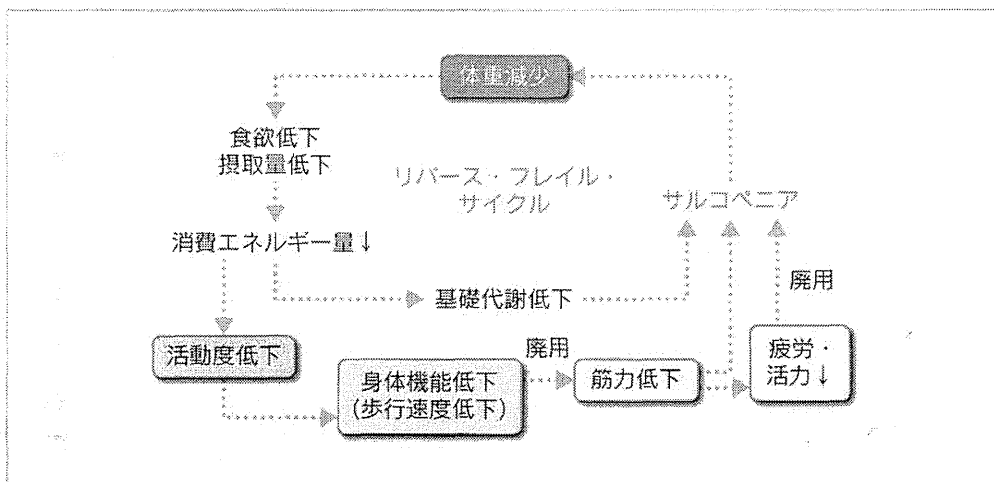


図3 リバース・フレイル・サイクル

ルギーで調整しても、たんぱく質摂取量、ビタミンD、E、Cならびに葉酸摂取量の低下は有意にフレイルと関連していた⁵⁾。日本からも高齢女性を対象とした横断調査が報告され、摂取たんぱく質量が低いこととフレイルとの関連性を認めている⁶⁾。

しかし、前向き研究で栄養とフレイルの関係を検討した報告は意外と少ない。1970年代から2007年までの北欧男性を対象とした長期間の観察研究では、長期間のBMIの変化を4群化し、①正常域無変化群、②一貫した過体重群、③体重増加群(中年以降)、④体重減少群

(60歳前後より)とフレイル出現との関係が報告され、⑤体重減少群(60歳前後より)がフレイル発症のリスクと関連すると報告されている⁷⁾。また、高齢者を対象にした前向き研究では、女性を対象とした3年間の観察研究で、摂取カロリーあたりのたんぱく質量が20%多いほどフレイルのリスクが12%低下すること⁸⁾、また別の研究では血中のカロテノイド、 α トコフェロール(ビタミンE)、ビタミンD(25(OH)D)などの欠乏がフレイルの出現と関連していることが報告されている^{9,10)}。イタリアでの高齢者コホート調査(InCHIANTI)では、登録時

の血中ビタミンE濃度と3年後の歩行速度を含む身体機能能力の低下とに関連があったとしている¹¹⁾。数少ない介入研究では、フレイルと診断された社会的経済的問題を抱える高齢者をターゲットとした無作為比較試験で、連日400kcal(25gたんぱく質、9.4g必須アミノ酸を含む)を12週間投与した群では身体機能の改善を認めている¹²⁾。しかし、このようなフレイルをターゲットとした栄養介入は限られており、サルコペニアに比較するとまだトライアル自体が少なく、十分なエビデンスの蓄積が構築されたとはいえない。

一方で、肥満(BMI高値)とフレイルとの関連についても多くの報告があり、BMIとフレイルとの関連はU-shapeを呈するという報告が多い^{13,14)}。しかし、これらはすべて欧米からの報告であり、BMIも30kg/m²、35kg/m²以上の高度肥満群でフレイルとの関係が報告されている。またBMI \geq 30kg/m²のフレイルと診断された要因はFriedの診断の体重減少以外の項目で診断されている。実際、米国のナショナル・サーベイでは、体重を除いたFriedの診断で4項目のうち2項目を兼ね備えた対象者をフレイルと診断した場合、60歳以上の対象者でフレイルの有症率は肥満(\geq 30kg/m²)では20.8%、過体重(BMI 25-29.9kg/m²)で18.4%、正常(BMI 18.5-24.9kg/m²)では16.1%、痩せ(BMI<18.5kg/m²)では13.8%と、驚くことに痩せがもっとも低かった⁷⁾。欧米での肥満は日本の高齢者ではなかなか遭遇しないような高度肥満であり、この肥満高齢者のフレイルとの関連が日本の高齢者にも通用するかどうかは疑問ではある。

食事内容とフレイル

地中海食とは、十分な野菜、果実、ナッツ、豆類、全粒穀物を摂取し、豊富にオリーブ油を

摂取するも飽和脂肪酸の摂取を抑え、魚を摂取し、乳製品、肉、鶏の摂取は控え、中等度のアルコール(食事時の赤ワイン)をとるような食事を指す。この地中海食を遵守した食事パターンをとる高齢者ではフレイルの発生が低いとの報告がされている¹⁵⁾。

おわりに

理論的にはエネルギーを充実させるという観点から、たんぱく質、微量元素の問題もさることながら、有効な栄養素を十分摂取することがフレイル予防、またはフレイルに陥っている高齢者を自立に戻す戦略としては重要である。研究としては、観察研究などの疫学研究ではBMIを含めた体格や栄養状態、さらにはたんぱく質、微量栄養素などとフレイルとの関連についてのデータの蓄積は構築しつつある。しかし、まだ栄養介入に関する研究は限られており、今後の研究が待たれる。

文献

- 1) Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al; Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001; 56: M146-156.
- 2) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010; 39: 412-423.
- 3) Xue QL, Bandeen-Roche K, Varadhan R, et al. 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* 2008; 63: 984-990.
- 4) Bartali B, Frongillo EA, Bandinelli S, et al. Low nutrient intake is an essential component of frailty in older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2006; 61: 589-593.
- 5) Smit E, Winters-Stone KM, Loprinzi PD, et al. Lower nutritional status and higher food insufficiency in frail older US adults. *Br J Nutr* 2013; 110: 172-178.
- 6) Kobayashi S, Asakura K, Suga H, et al. High protein intake is associated with low prevalence of

- frailty among old Japanese women : a multicenter cross-sectional study. *Nutr J* 2013 ; 12 : 164.
- 7) Strandberg TE, Stenholm S, Strandberg AY, et al. The "obesity paradox," frailty, disability, and mortality in older men : a prospective, longitudinal cohort study. *Am J Epidemiol* 2013 ; 178 : 1452-1460.
 - 8) Beasley JM, LaCroix AZ, Neuhauser ML, et al. Protein intake and incident frailty in the Women's Health Initiative observational study. *J Am Geriatr Soc* 2010 ; 58 : 1063-1071.
 - 9) Semba RD, Bartali B, Zhou J, et al. Low serum micronutrient concentrations predict frailty among older women living in the community. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2006 ; 61 : 594-599.
 - 10) Wong YY, McCaul KA, Yeap BB, et al. Low vitamin D status is an independent predictor of increased frailty and all-cause mortality in older men : the Health in Men Study. *J Clin Endocrinol Metab* 2013 ; 98 : 3821-3828.
 - 11) Bartali B, Frongillo EA, Guralnik JM, et al. Serum micronutrient concentrations and decline in physical function among older persons. *JAMA* 2008 ; 299 : 308-315.
 - 12) Kim CO, Lee KR. Preventive effect of protein-energy supplementation on the functional decline of frail older adults with low socioeconomic status : a community-based randomized controlled study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2013 ; 68 : 309-316.
 - 13) Hubbard RE, Lang IA, Llewellyn DJ, et al. Frailty, body mass index, and abdominal obesity in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2010 ; 65 : 377-381.
 - 14) Michelon E, Blaum C, Semba RD, et al. Vitamin and carotenoid status in older women : associations with the frailty syndrome. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2006 ; 61 : 600-607.
 - 15) León-Muñoz LM, Guallar-Castillón P, López-García E, et al. Mediterranean diet and risk of frailty in community-dwelling older adults. *J Am Med Dir Assoc* 2014 ; 15 : 899-903.

* * *

老年医学から考える高齢者の食

葛谷雅文

名古屋大学大学院医学系研究科地域在宅医療学・老年科学

健康長寿に生きるために食の問題は欠かせない。しかし食事摂取基準に示されるように75歳以上はひとくくりになられていて超高齢者の食事は適当なガイドラインがない。摂食嚥下困難になると胃瘠が高頻度に適用され、社会問題となったが老年医学会はガイドライン「立場表明2012」において、何らかの治療が患者本人の尊厳を損なったり苦痛を増大させたりする可能性があるときには治療の差し控えや治療からの撤退も選択肢として考慮する必要がある、と表明した。75歳以上の人々の栄養に関する問題はこれからとも言える。本稿では要介護の原因となりやすいサルコペニアとフレイルについて述べる。

健康寿命の延伸に向けて

現在高齢化率が25%を超し、今後さらに高齢者の増加が予測される我が国において、高齢者の健康をどのように維持するのか、いかに要介護状態にならないように、健康寿命を延伸させ、寝たきり、要介護状態の期間を短縮する対策は喫緊の課題として捉えられている。

健康寿命の阻害因子はまぎれもなく、要介護状態に至る要因であり、今後介護予防の対策を充足させる必要がある。図1は平成25年の日本人の要介護（要支援

を含む）に至った要因をしめす¹⁾。全体の要因の18.5%が脳血管障害、また所謂「老年症候群」といわれる、「認知症」「高齢による衰弱」「関節疾患」「骨折・転倒」が全体の51.9%を占めていることが分かる。いずれにしろ多彩な要因が存在するが、これらをいかに予防していくかが重要な対策となる。

栄養障害

栄養障害とは、必要な栄養素量と実際の摂取量が不

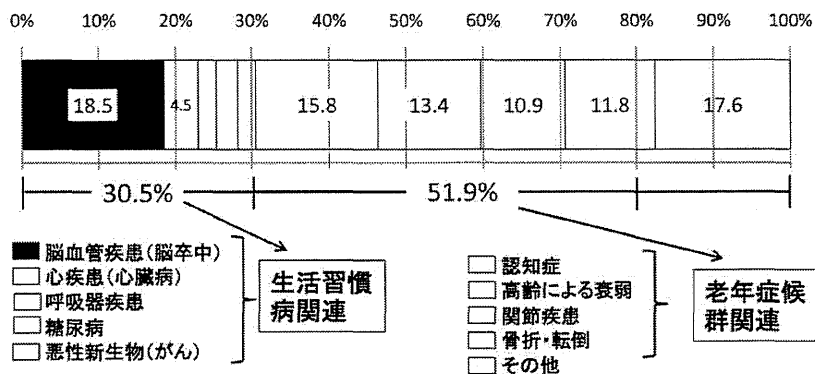


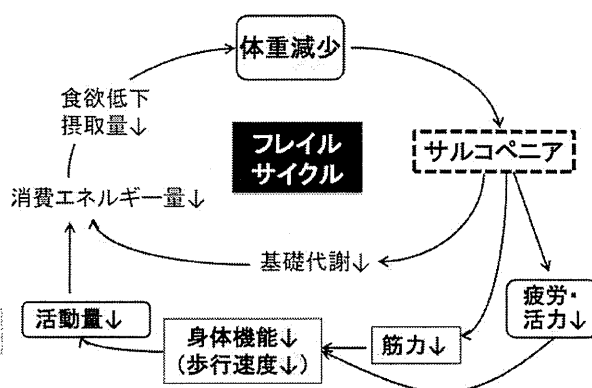
図1 介護が必要となった主な原因（要介護者、要支援者合計）

(資料：厚生労働省「平成25年国民生活基礎調査の概況」)

表1 フレイルの診断

1. Weight Loss (体重減少: 1年に4~5kg)	サルコペニア関連
2. Exhaustion (疲労感)	
3. Low Activity (活動量の低下)	
4. Slowness (歩行速度の遅延)	
5. Weakness (筋力低下)	

上記の5項目の内3項目当てはまればフレイル、1~2項目ならプレフレイル
文献2)を改訂



文献5)を改訂

図2 栄養とフレイル・サルコペニアとの関係²⁵

均衡な状態を指す一般用語であり、低栄養または過栄養により生ずる。過栄養はメタボリック症候群を初めとする生活習慣病関連との関わりが強い。栄養障害と健康寿命の延伸を考える時、両者の視点が必要である。一つは生活習慣病関連に関連する過栄養の問題である。図1に示した30.5%は成人自体の生活習慣病がもとで、老年期、特に前期高齢者に動脈硬化性疾患が発症して要介護状態に至るケースである。脳血管障害を初めとするこれらの要因は前期高齢者に要介護状態になるために要介護期間が長いことがたいへんな問題となる。従ってこれらの発症を予防するには成人時代な過栄養対策が大変重要である。一方高齢者、特に後期高齢者では体重減少を伴う栄養不良に傾きやすくなる。

フレイル、サルコペニア

要介護状態に至る要因に関して老年症候群のなかでは「高齢による衰弱」は全体の13.4%を占めるが、この状態は近年日本老年医学会が提唱した「フレイル」の状態と類似している。フレイルの診断を表1に記載したが、5つの項目のうち、3つにあてはまれば「フレイル」の診断がされ、一つまたは二つ当てはまる場合はフレイル前段階と診断される²⁾。この中で体重減少の項目が存在し、明らかに栄養障害との関連があることがわかる。ま

た、項目の4、5番目は筋肉との関連性がつよく、サルコペニアの診断項目とも重なり合い、やはりこれも栄養障害とのつながりが強い。

サルコペニアとは加齢に伴って骨格筋量が低下し、身体機能、筋力が低下した状況を指す³⁾。サルコペニア自体も低栄養障害と関連が強く、特に高齢者でのたんぱく質摂取不足との関連が指摘されている⁴⁾。図2に提唱されているフレイル・サイクルを記載した⁵⁾。このなかに表の5つのコンポーネントが組み込まれていると同時に、サルコペニアもサイクルのなかに組み込まれており、フレイルとサルコペニアはつながりの強い病態であることが理解できる。このフレイル状態は日常生活機能障害、転倒・骨折、入院、生命予後のリスクであることは既に多くの報告により明らかにされている。従って、フレイルの存在は要介護状態に陥る様々な要因と密接に係わっている。

高齢者における低栄養リスクならびに栄養関連事項の時間経過

このように健康寿命と栄養の事を考えると過栄養と低栄養の両者がその原因として強く関連しており、またその管理がいかに重要であるかが分かる。しかし、この両栄養障害はライフステージの中で同時に存在するというよりは、年代によりその重要度が異なる。一

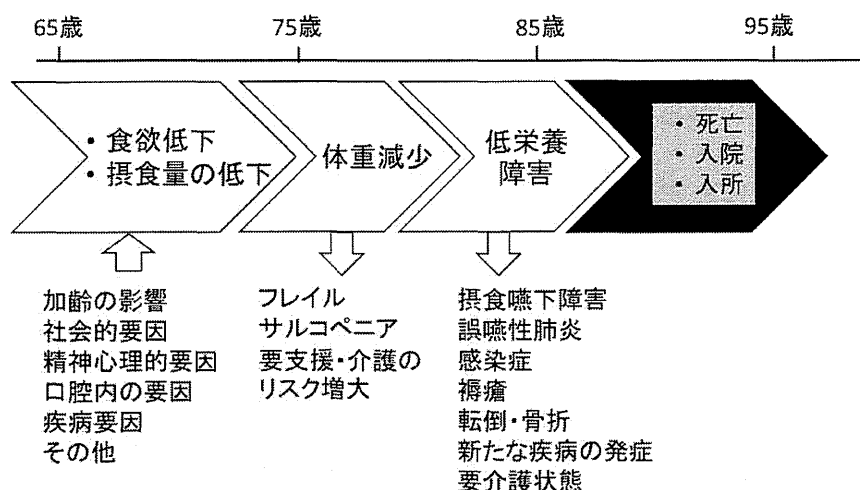


図3 加齢と栄養関連事項の時間経過

般に加齢、特に70歳を超えると種々な要因で体重の減少を認める。その要因は複雑だが、加齢自体の影響（味覚、臭覚の問題も含め）、社会的影響（独居、孤食、貧困など）、精神心理的要因（抑うつ、認知機能障害など）、不適切な栄養指導、誤った思い込み、さらに種々の代謝性ストレスをもたらす疾病などにも大きく影響される。その結果体重減少を来し、フレイル、サルコペニア状態となり、さらに適切な介入が行われなければ、低栄養状態に陥る。この状態でも要介護・要支援状態のリスクになるが、さらに低栄養（障害）に陥れば、様々な疾病外傷のリスクは増大し、要介護状態、寝たきりに直結する（図3）。

栄養障害に陥ってしまった状態では介入を実施したとしても回復が不可能なケースが多くなり、少なくとも体重が減少してきている状態での適切な介入が重要である。

高齢者における過栄養

高齢者の過栄養、特に肥満は成人と同様に糖尿病発症のリスクになる⁶。また欧米の報告では肥満の存在はフレイルの要因になるとの報告も存在する⁷。このケースでは体重減少以外の他の項目でフレイルと診断され

る。またサルコペニアかつ肥満が重なると、サルコペニック肥満と称し、サルコペニア、肥満それぞれ単独で存在しているよりも心血管イベントのリスクが高い⁸、身体機能の低下を伴う⁹、身体機能障害の予測因子である¹⁰、などの報告がされている。しかし、欧米の高齢者の肥満の程度は日本のそれと大きく異なり、もともと体格の異なる日本の高齢者に果たして当てはめてよいかどうかは今後の検討が必要である。

高齢者の食の将来

高齢者の食の特徴として、摂取量の低下だけでなく、摂取する栄養素、さらには摂取する食自体も変化する傾向がある。一般に70歳以上ではたんぱく質、特に動物性たんぱく質の摂取が減りがちで、さらには脂質の摂取量も減少する。一方炭水化物の摂取量はそれほど減少しないため、炭水化物エネルギー比は大きくなる¹¹。趣向の問題もあるが、口腔内、特に歯の問題があると、軟らかい食事を好みやすく、その影響も食事内容の変容に関連する。なかには、肉類の摂取自体が不健康だと思っている誤った食に関する思い込みも影響すると思われる。「歳をとったら粗食で」と言う考えは、今や健康寿命の延伸を達成するには不適切で、十分なカロ

リーのみならず、良質なたんぱく質の摂取が必要なことは言うまでもない。この誤った思い込み（指導する医療者も含め）を是正するだけである程度の高齢者は救われるかもしれない。

さいごに

明らかに日本は言うに及ばず、世界的に寿命が延びている。この200年、毎年人間の寿命は3ヶ月前後延長しているとのことだ。これは単に戦争が無くなった（少なくなった）、周産期の死亡が少なくなった、医療が進んだ、のみの理由ではないようだ。明らかに50年前の70歳と現代の70歳は風貌からして異なり、近年老化自体が遅延していることが報告されている。私の外来にも杖も使用せず、元気な80歳代が多数通院している。30年前、90歳以上の高齢者を診ること自体が珍しかった。食に関することも20年、30年前に当たり前のようには言われていたことが、必ずしも現代の超高齢社会には当てはまらないことにも認識してほしいものである。

文献

1. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa13/>
2. Bandeen-Roche K, Xue QL, Ferrucci L, et al. Phenotype of frailty: characterization in the women's health and aging studies. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006 Mar;61(3):262-6.
3. Xue QL, Bandeen-Roche K, Varadhan R, et al. 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*. 2008 Sep;63(9):984-90.
4. 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 Jul;39(4):412-23.
5. 葛谷雅文. 高齢者 日本人の食事摂取基準 2015年度版 菱田明、佐々木敏 監修 p373-396, 第一出版 2014
6. Sasai H, Sairenchi T, Iso H, et al. Relationship between obesity and incident diabetes in middle-aged and older Japanese adults: the Ibaraki Prefectural Health Study. *Mayo Clin Proc*. 2010 Jan;85(1):36-40.
7. Blaum CS, Xue QL, Michelon E, et al. The association between obesity and the frailty syndrome in older women: the Women's Health and Aging Studies. *J Am Geriatr Soc*. 2005 Jun;53(6):927-34.
8. Stephen WC, Janssen I. Sarcopenic-obesity and cardiovascular disease risk in the elderly. *J Nutr Health Aging*. 2009 May;13(5):460-6.
9. Oliveira R, Bottaro M, Junior J, Farinatti P, Bezerra L, Lima R. Identification of sarcopenic obesity in postmenopausal women: a cut off proposal. *Braz J Med Biol Res* 2011;44(11):1171-6.
10. Baumgartner RN, Wayne SJ, Waters DL, Janssen I, Gallagher D, Morley JE. Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly. *Obes Res* Dec 2004;12(12):1995-2004.
11. http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kenkou_eiyou_chousa.html

Foods and nutrition for the older people from geriatric point of view

Masafumi Kuzuya, Department of Community Healthcare & Geriatrics, Nagoya University Graduate School of Medicine

Japan is at the forefront of population aging. As a result, the proportion of dependent older people and long-term care users has been increasing. There is a great deal of political and clinical interest in finding effective and efficient ways to help disabled elderly individuals continue living in community settings, as well as in preventing the process of disability. To achieve a healthy longevity, we should prevent cardiovascular diseases and manifestations of the geriatric syndrome (frailty and sarcopenia). Although obesity or hyperalimentation are also risk factors for diabetes mellitus in older people, undernutrition is more prevalent and associated with frailty, sarcopenia and frequent falls. Preventing weight loss and ensuring adequate protein intake in the elderly are among the effective strategies to achieve healthy longevity in a over-aged society. *Clinical & Functional Nutriology* 2015;7(3):129-32.

PREDICTORS OF DECREASED SKELETAL MUSCLE MASS IN COMMUNITY-DWELLING OLDER ADULTS

N. Shiraiishi¹, Y. Suzuki², T. Hirose², S. Jeong³, T. Shimada⁴, K. Okada⁵, M. Kuzuya⁶

Abstract: *Objective:* To date, the actual prevalence of Skeletal muscle mass (SMM) loss by rigorous definition and its related factors have not been sufficiently surveyed in the community. We therefore examined the factors related to the reductions of skeletal muscle mass (SMM) in older adults. *Design:* Case-control study. *Subjects:* One hundred twenty four community-dwelling older adults aged ≥ 65 years participated. *Measurements:* Reductions of SMM were assessed by measuring difference between SMM at baseline and SMM 1 year later, by which participants were divided into three groups. Variables of the first tertile group, who had the greatest decrease in SMM, were compared with those of the second/third tertile groups. Variables included height, weight, body mass index (BMI), maximal knee extension strength, grip strength, lower and upper muscle quality (UMQ), 5-m walking time (WT), timed up and go (TUG), food frequency questionnaire, mini nutritional assessment short form (MNA-SF), basic health checklist. A logistic regression analysis and classification and regression trees (CART) were used for multivariate analysis in order to extract variables that predicted reductions of SMM. *Results:* Significant differences were observed for age, SMM, UMQ, TUG, and WT between the first tertile and the second/third tertile groups, The CART analysis indicated that vitamin D intake UMQ and 5-m WT predicted significant decrease in SMM. *Conclusion:* The present study suggested a possibility that future reductions of SMM could be predicted by simple indices that may contribute to early detection of individuals at risk of developing sarcopenia in old age.

Key words: Skeletal muscle mass, older adults, classification and regression tree.

Introduction

With unprecedentedly rapid increase of aged population (1), how older people maintain both physical and mental capacities had become a matter of global concern in aged societies worldwide. It has been believed that activities of daily living (ADL) capabilities decrease with age especially among those aged 75 years or older, approximately 20%–30% of which are frail individuals requiring some kind of support in their daily lives (2). The number of older individuals aged 65 years or older who require care or support provided within the long-term nursing care insurance system was 4.378 million in the fiscal year 2007, which accounted for 15.9% of entire aged population and was an increase of 1.501 million compared with the figure reported in the fiscal year 2001 (3). In view of prophylaxis, early

detection of individuals at risk of developing geriatric syndromes, such as falls, incontinence, malnutrition, degraded lifestyles, depression, and dementia, are considered important for maintaining quality of life and reducing social security costs for older population. According to the comprehensive survey of living conditions implemented nationwide, a decline in muscle strength and muscle mass leading to muscular weakening accounted for the cause of requiring support and care in approximately 30% and 20% of entire cases, respectively, indicating that musculoskeletal disorders are the leading cause of requiring care and support (4). The global burden of disease study conducted by the World Health Organization in 2010 reported that musculoskeletal disorders are the main factor affecting the number of years lived with disability (5). Therefore, the establishment of preventive measures against lifestyle degradation associated with musculoskeletal decline is an urgent issue worldwide.

Changes in body composition associated with aging are known to be deeply involved in lifestyle degradation in older individuals, and decreased skeletal muscle mass (SMM) in particular is associated with physical dysfunction and disabilities (6–9). SMM decreases 0.47% per year in men and 0.37% per year in women, and by

1. Department of Rehabilitation, Faculty of Health Science, Nihon Fukushi University; 2. Department of Comprehensive Community Care Systems, Nagoya University Graduate School of Medicine; 3. Department of Social Science, National Center for Geriatrics and Gerontology; 4. Department of rehabilitation, Mie university hospital; 5. Department of Nutritional Sciences, Nagoya University of Arts and Sciences; 6. Department of Community Healthcare & Geriatrics, Nagoya University Graduate School of Medicine

Corresponding Author: Nariaki Shiraiishi, Department of Rehabilitation, Faculty of Health Science, Nihon Fukushi University, Japan, n-shira@n-fukushi.ac.jp, Tel +81 569-20-0118 (2326), Fax +81 569-20-0127

Received December 2, 2014
Accepted for publication December 9, 2014

the age of 75 years, this decrease rises to 0.80%–0.98% per year in men and 0.64%–0.70% per year in women (10). Thus, decreased SMM associated with aging, also known as sarcopenia, has attracted attention as a likely cause of various future disorders. The European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) (11) and the Society on Sarcopenia, Cachexia and Wasting Disorders (12) have both introduced diagnostic criteria for sarcopenia. Each criterion includes decreased SMM as an essential criterion, with muscular weakness and decreased physical performance also as included as important criteria for diagnosing sarcopenia. The detection of marked muscular weakness and decreased physical performance is easy if the decrease in SMM has already progressed but is not always sufficient for early detection and prevention. A new index that predicts decreases in SMM earlier was developed to enable early detection and intervention before sarcopenia develops. Most of recent prospective studies on frail older individuals with sarcopenia have examined the course of the disease over a relatively long period of time from the baseline survey (13, 14). However, from the perspective of prevention and early detection, it may also be important to predict SMM decreases over a relatively short period of time. Therefore, the aim of this study was to elucidate SMM decreases and related factors over a relatively shorter period of time.

Methods

Subjects

A total of 387 elderly individuals aged 65 years or older who were residents of the city of Yokkaichi, Mie Prefecture, and the city of Nagoya and Handa, Aichi Prefecture, participated in the present study. Of these, 124 participated in continuous data collection in 2010 and 2011 (male = 35, mean age = 75.6 ± 6.1 years; female = 89, mean age = 74.8 ± 6.3 years).

The purpose of the study was explained to all the participants before obtaining written informed consent.

Anthropometric and muscle mass measurements

Height was measured to the nearest 0.1 cm using a stadiometer, and weight was measured to the nearest 0.1 kg (Inbody230, BioSpace Co., Ltd.). To adjust for clothing, the final value was the measured value minus 1 kg. Body Mass Index (BMI) was calculated by dividing weight by height squared. Maximal knee extension strength was measured using a hand-held dynamometer (μ Tas-1; ANIMA Ltd.) for those who were able to lift the foot independently. During testing, participants sat on a hard chair with the knee and hip joints at 90° of flexion and were strongly encouraged to exhibit the greatest possible force. To ensure the knee joint was at 90°, a belt fitted

with a strain gauge-type pressure sensor was placed on the distal portion of the subject's leg and fixed to the rear legs of the chair. Measurements were performed with the non-dominant leg; the isometric extension strength was measured twice for more than 3 s. The strength was measured as a peak force and expressed as the kilograms of force the examiner had to apply to break the isometric contraction. The best result of the two trials was used in the analyses, unless only one result was available. The dynamometer was placed proximal to the ankle joint. Grip strength was measured using a Smedley Hand Dynamometer with the upper extremity hanging naturally at the side of the body; the proximal interphalangeal joint of the index finger was adjusted to 90°. These measurements were conducted twice for both the left and right sides, and the result of the maximum value (to the nearest 0.1 kg) was used. Walking time (WT) was measured with a stopwatch and recorded accurate to 0.1 s; the test measured the time it took to walk 5 m after a 3-m run-up on a flat surface. A single measurement was taken for walking speed. The Timed Up and Go (TUG) test involved rising from a chair, walking 3 m, turning around, walking back to the chair, and sitting down. The starting posture involved leaning back slightly on the chair's backrest with the hands placed on the thighs. The TUG test is one of the most frequently used tests of balance and gait and is often used to assess fall risk in older people. The time to complete the TUG test was measured in seconds at each participant's usual pace. The 0-m point was the front legs of the chair, and the 3-m point was the center of a cone. Researchers measured the time from when the subject's body began to move until their backside came in contact with the chair again. Subjects were free to go around the cone in their own way, and the smallest (fastest time) of the two measured values was used. Measurements were taken with a stopwatch accurate to 0.1 s. Walking speed was at the subject's usual speed.

To estimate the energy and nutrient intake of each subject during the previous 1–2 months, all subjects were interviewed by experienced dietitians with the Excel Eiyo-kun (nutrition) Food Frequency Questionnaire based on food groups (FFQg, Ver 2.0) using Japanese food composition tables, which is based on 29 food groups and 10 types of cooking. This questionnaire was developed by Takahashi (15) and is based on Japanese data. Its validity is comparable with dietary record methods, and other reports of dietary surveys have already used this questionnaire (16, 17).

Nutritional states were assessed using albumin levels and the Mini Nutritional Assessment Short Form (MNA-SF). A basic health checklist for those over 65 years old was used to assess lifestyle. In the checklist, any lifestyle degradation, decreased motor ability, malnutrition, decreased oral condition, seclusion, forgetfulness, and emotions were assessed.

Site-specific SMM was measured with an impedance

measurement device (Inbody230, BioSpace Co., Ltd.) using two different frequencies (20 Hz and 100 Hz) and a tetrapolar 8-point tactile electrode system. Muscle quality was assessed by calculating the upper extremity muscle quality (UMQ), where right grip strength was divided by right upper extremity muscle mass, and lower extremity muscle quality (LMQ), where right knee extension strength was divided by right lower extremity muscle mass.

Analysis

Study variables were analyzed by calculating the difference between SMM at baseline and SMM 1 year later. Participants were divided into three groups based on SMM difference. The first tertile group, which had the greatest decrease in SMM, was compared with the second/third tertile group. Comparisons at baseline were conducted using the unpaired t-test for quantitative variables and the chi-squared test for nominal variables. To extract the factors related with a significant decrease in SMM, a logistic regression analysis and Classification and Regression Trees (CART) were used for multivariate analysis. SPSS Version 19.0 (IBM Corp, USA) was used for statistical processing, and a p level of < .05 was considered to show statistical significance throughout analyses.

This study was carried out in compliance with the Declaration of Helsinki under the approval of the Bioethics Review Board of the Nagoya University Graduate School of Medicine. The purpose of the study was explained to each participant individually at the time of recruitment, and the individuals gave written consent to participate. Sufficient caution was paid to having an examiner present to prevent the older individuals from falling during examinations.

Results

Tables 1 and 2 show the basic characteristics of subjects. Table 3 shows the comparisons of ages, body composition, SMM, UMQ, LMQ, grip strength, leg torque, TUG, and WT between the first tertile and second/third tertile groups. In the first tertile and second/third tertile groups, significant differences were observed for age (77.7 ± 5.8 years and 73.6 ± 6.0 years, respectively), SMM (31.9 ± 6.4 and 30.4 ± 6.4 , respectively), UMQ (12.4 ± 2.6 and 14.1 ± 2.5 , respectively), TUG (9.8 ± 2.7 and 8.1 ± 2.3 , respectively), and WT (4.8 ± 9.1 and 4.2 ± 0.9 , respectively). No significant differences were observed for BMI, LMQ, grip strength, leg torque, or the levels of protein, vitamin A, vitamin D, or albumin. However, a small effect size was observed for SMM ($r = 0.11$) and vitamin D intake ($r = 0.16$).

Table 4 shows the results for gender, the basic

checklist, and the MNA-SF at baseline for the first tertile and second/third tertile groups. No significant differences were observed for any of the items. A small effect size was observed for gender ($\Phi = 0.16$), seclusion ($\Phi = 0.16$), forgetfulness ($\Phi = 0.11$), drop in mood ($\Phi = 0.13$), and the MNA-SF ($\Phi = 0.15$).

Table 1
Subject characteristics at baseline (scale)

n=124(Male:35,Female89)	mean	SD
Age	75,0	(6,2)
BMI	22,5	(3,2)
Waist(cm)	83,4	(8,8)
SMM(Kg)	30,7	(6,5)
UMQ(Kg/Kg)	13,7	(2,7)
LMQ(Nm/Kg)	36,6	(12,4)
Handgrip Strength(Kg)	24,6	(6,3)
Leg torque(Nm)	187,8	(72,4)
TUG(sec)	8,7	(2,5)
WT(sec)	4,4	(1,0)
Total energy(Kcal)	1992,8	(502,4)
Protein(g)	74,1	(27,7)
VitaminA(µg)	613,7	(267,8)
VitaminD(µg)	10,3	(6,7)
Albumin(g/ dL)	4,1	(0,3)

BMI,Body Mass Index; SMM, Skeletal Muscle mass; UMQ,Upper Extremity Muscle Quality; LMQ,Lower Extremity Muscle Quality; TUG,Time up and Go; WT, 5m walking Time; Total energy, Protein,VitaminA,VitaminD calculate from FFQs

Table 5 shows correlations between variables. Because significantly higher correlation was found between WT and TUG as expected ($r = 0.79$), these variables were not input simultaneously in the logistic regression analysis due to predicted collinearity. Table 6 shows the results of the logistic regression analysis. UMQ (odds = 0.82, 0.81) was chosen as a significant variable in both models, and age (odds = 1.08) was chosen as a significant variable in model 2.

Figure 1 shows the CART decision tree. The percentage of correct answers among subjects was 78.2% (95% confidence interval, 77.4%–79.0%), which were classified into four terminal nodes. Vitamin D, UMQ, and WT were chosen as factors for a significant decrease in SMM. In the present model, vitamin D was the first choice in the first tier, and 6.05 g was the limit where the results branched into two groups. In the group where vitamin D intake exceeded 6.05 g, the second tier results branched depending on the UMQ; at the third tier, results branched depending on 5-m walking time (4.33 s).

Table 2
Subject characteristics at baseline (categories)

	n=124	
Disease		
circulatory disease	55	
metabolic disease	36	
musculoskeletal disorders	40	
nervous disease	10	
digestive disease	6	
others	11	
Basic health check list		
# lifestyle degradation	15	(12,1%)
# decreased motor ability	16	(12,9%)
# malnutrition	3	(2,4%)
# decreased oral condition	22	(17,7%)
# seclusion	6	(4,9%)
# forgetfulness	62	(50,0%)
# depression moods	40	(32,3%)
MNA-SF		
## Malnourished or At risk of malnourished	32	(25,8%)

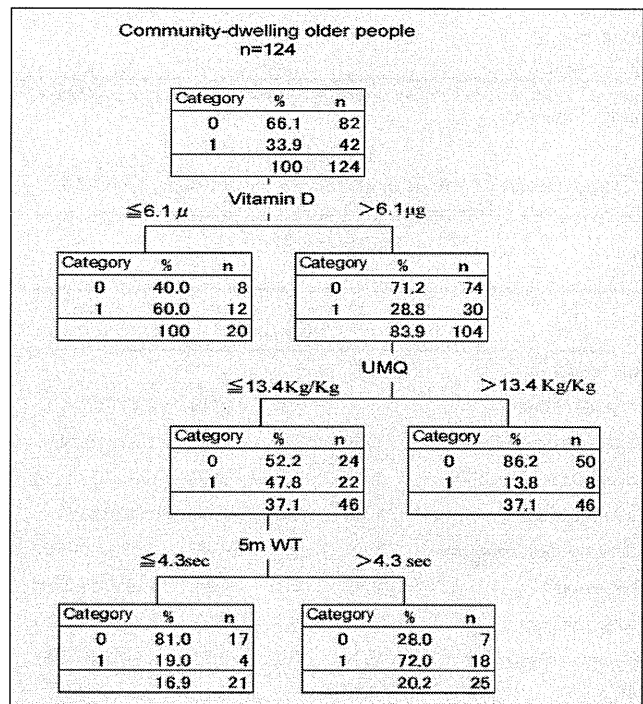
Disease allow multiple answers; MNA-SF, mini nutritional assessment short-form; # Calculated from the basic checklist for those over 65 years old; ## Calculated from MNA-SF

Discussion

Decreased SMM as a result of aging is unavoidable and is associated with physical dysfunction and disabilities (9). In our comparison of the first tertile, which had the greatest decrease in SMM, and the second/third tertile groups, significant differences were observed for age, UMQ, TUG, and 5-m WT. A small effect size was observed for SMM and vitamin D. Although no significant differences were observed for items from the basic checklist assessing daily functional status, a small effect size was observed for seclusion, dementia, and emotions. The results are in keeping with a report by Baumgartner et al (18) showing that in males, decreased SMM associated with aging was related to the occurrence of falls in the past year, the use of a walker or cane, decreased balance function, and instrumental ADL limitations, while in females it was related to instrumental ADL limitations. Factors related to these findings include gender, age, menopause, height, weight, BMI, amount of body fat, physical activity, carotenoids, vitamin D, amino acid branched chains, and protein intake, all of which are known to be multiple risk factors (19-21). In the present study, no significant difference was observed for instrumental ADLs in community-dwelling older individuals leading independent lives. However, symptoms of seclusion, forgetfulness, and depression may have appeared prior

to issues with instrumental ADLs. According to Fried (22), older individuals gradually become weaker in a cyclic fashion: the total amount of energy is reduced due to a decrease in physical activity and decreased appetite leads to malnutrition, which in turn leads to decreased SMM. The consequent reduction in muscle strength and aerobic exercise capacity lowers walking function and results in limited activity. Furthermore, decreased SMM lowers basal metabolism and accelerates the decrease in total energy. Seclusion, forgetfulness, and depression are linked to reduced physical activity and may be the cause of decreased SMM.

Figure 1
Factors associated with decreased SMM in the form of a decision tree



Category 1 is the first tertile and Category 0 is the second/third tertile; Dependent variable (1= first tertile, 0 = second/third tertile); Independent variables: age, SMM, UMQ, VitaminD, seclusion, forgetfulness, depression moods, WT, TUG, UMQ, Upper Extremity Muscle Quality; WT, 5m Walking Time

Many previous studies investigating the relevant factors associated with decline in SMM and motor ability have used logistic regression analyses and multiple regression analyses (9-13). These analyses are useful indicators for assessing the effect of independent factors and excluding the effect of other factors. However, these regression analyses have the following drawbacks: (1) the assumption of a linear relationship between dependent variables and explanatory variables, (2) chosen variables can be influenced by the presence of multicollinearity, (3) complicated prediction formulas making clinical application difficult, and (4) data with missing values

Table 3
Comparison of the amount of SMM change at baseline between the first tertile and second/third tertile groups (scale)

	the first tertile (ΔSMM≤-1.00)	second/third tertile (ΔSMM=-0.99-0.20)	p value	effect size
Age** ‡	77,7 ± 5,8	73,6 ± 6,0	,000	,31
BMI	22,5 ± 3,4	22,5 ± 3,1	,913	,01
SMM(Kg)†	31,9 ± 6,4	30,4 ± 6,4	,211	,11
UMQ(Kg/Kg)**‡	12,4 ± 2,6	14,1 ± 2,5	,000	,32
LMQ(Nm/Kg)	36,1 ± 11,5	36,8 ± 12,9	,771	,03
Handgrip Strength(Kg)	24,1 ± 6,1	24,9 ± 6,5	,535	,06
Leg torque(Nm)	187,1 ± 69,9	188,1 ± 74,0	,945	,01
TUG(sec)**‡	9,8 ± 2,7	8,1 ± 2,3	,000	,33
WT(sec)**‡	4,8 ± ,9	4,2 ± ,9	,001	,31
Total energy(Kcal)	1934,0 ± 622,3	2014,0 ± 457,5	,578	,07
Protein(g)	71,7 ± 37,2	75,0 ± 23,5	,724	,08
VitaminA(μg)	576,7 ± 329,4	627,9 ± 242,8	,495	,09
VitaminD(μg)†	8,6 ± 7,3	10,9 ± 6,3	,210	,16
Albumin(g/dL)	4,1 ± ,3	4,1 ± ,3	,952	,01

* p≤0.05 **p≤0.001; † t-test; ‡ small effect size, 0.1≤effect size<0.3; ‡ medium effect size, 0.3≤effect size<0.5; WT, 5m walking Time; Total energy, Protein, Vitamin A, Vitamin D calculate from FFQg

Table 4

Comparison of the amount of SMM change at baseline between the first tertile and second/third tertile groups (categories)

	p value	Φ	Odds
<i>Basic health check list</i>			
Female/Male	0,1	-0,16	0,49 (0,2 - 1,1)
Lifestyle degraition	Y/N	0,6	0,05
decrease motor ability	Y/N	1,0	-0,02
malnutrition	Y/N	1,0	0,00
decrease oral condition	Y/N	0,6	-0,07
seclusion †	Y/N	0,1	0,16
forgetfulness †	Y/N	0,3	0,11
depression moods †	Y/N	0,2	0,13
<i>MNA-SF</i>			
Malnourished or At risk of malnourished †	Y/N	0,1	0,15

chi-squared test; † small effect size, 0.1≤Φ<0.3

Table 5

Correlations between age, UMQ, Up and Go, and 5m WT

	Age	UMQ	TUG	WT
Age	1	-0,21*	0,54**	0,57**
UMQ (Kg/Kg)		1	-0,47**	-0,35**
TUG(sec)			1	0,79**
WT(sec)				1

* p<0.05; ** p<0.01; UMQ, Upper Extremity Muscle Quality; TUG, Time up and Go; WT, 5m walking Time

Table 6

Factors associated with decreased SMM

	Odds	95% CI	p
Model 1			
Age	1,08	0,99 - 1,18	0,07
UMQ(Kg/Kg)*	0,82	0,68 - 0,97	0,02
WT(sec)	1,32	0,79 - 2,22	0,29
Age*	1,08	1,00 - 1,17	0,05
Model 2			
UMQ(Kg/Kg)*	0,81	0,67 - 0,98	0,03
TUG(sec)	1,10	0,89 - 1,36	0,38

Dependent variable (1= first tertile, 0 = second/third tertile); Independent variable; age, SMM, UMQ, Vitamin D, seclusion, forgetfulness, depression moods, WT or TUG; * p≤0.05; UMQ, Upper Extremity Muscle Quality; WT, 5m walking Time; TUG, Time Up and Go

being useless in the analyses. Decision tree analyses align factors hierarchically in order from the factor most strongly related to the dependent variable; thus, the relationship between each factor is easy to interpret. Moreover, unlike logistic regression or multiple regression analysis, multicollinearity between variables theoretically has no influence on the results in the present analysis (23, 24). Decreased muscle strength, decreased SMM, and physical dysfunction associated with aging have a nonlinear relationship (25, 26); therefore, it is valid to use a decision tree analysis. In the present decision tree analysis, vitamin D, UMQ, and WT were extracted as factors related with decreased SMM. According to a study on muscle tissue collected during a series of surgeries for proximal femoral fractures, type II muscle fibers, which are often found in fast muscle, had atrophied in the vitamin D-deficient group as compared with the vitamin D-sufficient group; the diameter of the type II fibers was significantly correlated with serum vitamin D levels (27). Given the identified distribution

of vitamin D receptors in skeletal muscles, vitamin D deficiency can be a factor of decreased muscle mass and strength. Selective atrophy of type II fibers with large muscle output, expansion of small diameter type I fibers (28), and a decrease in the number of motor units are observed in skeletal muscle as a result of aging (20). During the process of aging, interactions between muscles and motor neurons via neuromuscular synapses can be attenuated, thus leading to muscular weakness (29). The quality of muscle, assessed by muscle strength per unit weight, is believed to decline as a result of these factors. In addition to muscle strength and SMM, the quality of muscle deserves mention as an important variable for predicting decreased SMM. A previous study comparing the relationship between walking and SMM reported that decreased SMM was associated with walking function (30). Because factors in the decision tree are chosen in the order from the factor most strongly affected by the dependent variable, walking function is the next affected factor after vitamin D intake and UMQ. When a decrease was observed in UMQ, decreased walking function was found to increase the risk of decreased SMM.

The variables extracted as factors related to decreased SMM in the present study were chosen from items in a previous study (20) therefore considered valid. By adopting a decision tree in the present analysis, we were able to visually comprehend the extent of involvement and correlation between decreased SMM and each variable. We believe that the present index is appropriate for practical use in clinical settings. However, as this study was an observational study, older individuals who maintained relatively higher awareness about one's own health served as samples, leading to unavoidable selection bias. Moreover, activities such as work and hobbies and social circumstances such as family structure were not included in the study items. While estimates for daily vitamin D intake being taken from the food frequency questionnaire, actual serum vitamin D levels were not measured.

Conclusion

The results indicated that vitamin D intake, UMQ, and WT are related with decreased SMM in community-dwelling older individuals. As aforementioned, decreased SMM associated with aging is unavoidable. However, we believe that the present study provided an evidence suggesting individuals at risk of developing decreased SMM can be screened by simple anthropometric or clinical surrogates before they progress to sarcopenia. Thus establishing validity of such surrogate markers may contribute to increasing the disability-adjusted life expectancy by early interventional approaches.

Conflicts of Interest: The authors declare no financial conflicts of interest.

References

1. Ministry of Health, Labour and Welfare. Annual Report on Health, Labor and Welfare, 2010-2011.(Tokyo: Nikkei PRINTING INC) 2011.
2. Topinkova, E. Aging, disability and frailty. *Annals of nutrition & metabolism* 2008;52 Suppl 1, 6-11.
3. Minoru, Y. Managing sarcopenia with nutrition and exercise in older adults. *J. JSPEN* 2013;28, 1065-1068.
4. Statistics and Information Department, Ministry of Health, Labour and Welfare. Comprehensive Survey of Living Conditions.(Tokyo: Health and Welfare Statistics Association) 2007.
5. Salomon, J.A., Wang, H., Freeman, M.K., Vos, T., Flaxman, A.D., Lopez, A.D., and Murray, C.J.L. Healthy life expectancy for 187 countries, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden Disease Study 2010. *The Lancet* 2012;380, 2144-2162.
6. Nishiwaki, T., Nakamura, K., Ueno, K., Fujino, K., and Yamamoto, M. Health characteristics of elderly Japanese requiring care at home. *The Tohoku journal of experimental medicine* 2005;205, 231-239.
7. Janssen, I. Influence of Sarcopenia on the Development of Physical Disability: The Cardiovascular Health Study. *Journal of the American Geriatrics Society* 2006;54, 56-62.
8. Volpato, S., Romagnoni, F., Soattin, L., Ble, A., Leoci, V., Bollini, C., Fellin, R., and Zuliani, G. Body mass index, body cell mass, and 4-year all-cause mortality risk in older nursing home residents. *J Am Geriatr Soc* 2004;52, 886-891.
9. Janssen, I., Heymsfield, S.B., and Ross, R. Low Relative Skeletal Muscle Mass (Sarcopenia) in Older Persons Is Associated with Functional Impairment and Physical Disability. *Journal of the American Geriatrics Society* 2002;50, 889-896.
10. Mitchell, W.K., Atherton, P.J., Williams, J., Larvin, M., Lund, J.N., and Narici, M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol* 2012;260.
11. Cruz-Jentoft, A.J., Baeyens, J.P., Bauer, J.M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F.C., Michel, J.-P., Rolland, Y., Schneider, S.M., et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* 2010;39, 412-423.
12. Morley, J.E., Abbatecola, A.M., Argiles, J.M., Baracos, V., Bauer, J., Bhasin, S., Cederholm, T., Stewart Coats, A.J., Cummings, S.R., Evans, W.J., et al. Sarcopenia With Limited Mobility: An International Consensus. *Journal of the American Medical Directors Association* 2011;12, 403-409.
13. Koster, A., Ding, J., Stenholm, S., Caserotti, P., Houston, D.K., Nicklas, B.J., You, T., Lee, J.S., Visser, M., Newman, A.B., et al. Does the Amount of Fat Mass Predict Age-Related Loss of Lean Mass, Muscle Strength, and Muscle Quality in Older Adults? *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 2011;66A, 888-895.
14. Auyeung, T.W., Lee, J.S., Leung, J., Kwok, T., and Woo, J. Adiposity to muscle ratio predicts incident physical limitation in a cohort of 3,153 older adults-an alternative measurement of sarcopenia and sarcopenic obesity. *Age (Dordr)*, 2012.
15. Talahasi, K. Food Frequency Questionnaire Based on Food Groups for Estimating Individual Nutrient Intake. *The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics* 2003;61, 161-169.
16. Masuda, R., Imamura, H., Mizuuchi, K., Miyahara, K., Kumagai, H., and Hirakata, H. Physical activity, high-density lipoprotein cholesterol subfractions and lecithin:cholesterol acyltransferase in dialysis patients. *Nephron Clinical practice* 2009;111, c253-259.
17. Kawamata, k., Obuchi, S., and Tomotake, H. The Effects of Comprehensive Geriatric Training on Physical Performance, Dietary Intake, and Blood Composition for Local Elderly People -A Case in The Southern Nagano Region of Japan-. *Jpn J Phys Fitness Sports Med* 2012;61, 495-502.
18. Baumgartner, R.N., Koehler, K.M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S.B., Ross, R.R., Garry, P.J., and Lindeman, R.D. Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico. *American Journal of Epidemiology* 1998;147, 755-763.
19. Landi, F., Liperoti, R., Fusco, D., Mastropaolo, S., Quattrociochi, D., Proia, A., Russo, A., Bernabei, R., and Onder, G. Prevalence and Risk Factors of Sarcopenia Among Nursing Home Older Residents. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 2012;67A, 48-55.
20. Doherty, T.J. Invited Review: Aging and sarcopenia. *Journal of Applied Physiology* 2003;95, 1717-1727.
21. Shimokata, H., and Ando, F. Sarcopenia and its risk factors in epidemiological study. *Nihon Ronen Igakkai zasshi Japanese journal of geriatrics* 2012;49, 721-725.
22. Fried, L.P., Tangen, C.M., Walston, J., Newman, A.B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W.J., Burke, G., et al. Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype. *the journal of gerontology series a* 56, M146-M156. 2001
23. Kim, J., Tanabe, K., Yokoyama, N., Zempo, H., and Kuno, S. Association between physical activity and metabolic syndrome in middle-aged Japanese: