

# 高齢者の食事と栄養, 口腔ケア

Advances in Aging and Health Research 2019

栄 養

4. フレイルと栄養

葛谷 雅文



公益財団法人 長寿科学振興財団



## 第4章 各論2 栄養

# 4. フレイルと栄養

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 教授  
葛谷 雅文



### 1：フレイルの概念

フレイルの概念は複数存在し、代表的なものとして表現型 (phenotype model) と障害累積型 (deficit accumulation model) が存在する。表現型のフレイルとは「加齢に伴う症候群 (老年症候群) 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) 低下により、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」を示す。わかりやすく言うと、フレイルを加齢に伴う生体機能の低下により表出してくる症候を捉え、自立と要介護状態の中間の状態を指す。このフレイルは可逆的で適切な介入により自立に戻すことができる状態と考える。一方、加齢に伴う障害や生活機能障害、疾患などの蓄積を評価する障害累積型のフレイルは生命予後

や、入院リスクなどで使用されることが多い。その他日本の基本チェックリストなど多数のフレイルの診断法が報告されているが、本稿では表現型と障害累積型の二つのフレイルの概念にフォーカスする。

### 2：表現型フレイルの診断

現在世界的にも、また日本でも最もよく使用される診断はFriedらの提唱したものである (the Cardiovascular Health Study: CHS 基準)。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 (CHS 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 (表1)<sup>1,2)</sup>。この表現型フレイルの概念

#### プロフィール

Masafumi Kuzuya

最終学歴 1989年 名古屋大学大学院医学研究科 (内科系老年医学) 卒 主な職歴 1993年 米国国立老化研究所研究員 1996年 名古屋大学医学部附属病院助手 1999年 同・講師 2007年 名古屋大学大学院老年科学准教授 2011年 名古屋大学大学院医学系研究科地域在宅医療学・老年科学分野教授 現在に至る

は超高齢社会に突入している我が国が直面している要介護高齢者の増加予防策である、介護予防事業とリンクして考えることができ、大変わかりやすい。高齢者が要介護状態に至る過程は脳血管障害などの疾病が要因になるケース(疾病モデル) 以外に、フレイルを要因としているケース(フレイルモデル) があり、これは若年者にはない高齢者特有のものである(図1、図2A)<sup>3、4)</sup>。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<sup>5)</sup>。すなわち、彼らは図3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、その後歩行速度の遅延などの身体機能の低下、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

表1 日本版 CHS 基準 (J-CHS 基準)

項目	評価基準
1. 体重減少	6か月で 2-3kg 以上の体重減少
2. 筋力低下	握力：男< 26kg、女< 18kg
3. 疲労感	(この2週間に) わけもなく疲れたような感じがする
4. 歩行速度	通常歩行：< 1.0m/ 秒
5. 身体活動	①軽い運動・体操などを行っていますか？ ②定期的な運動・スポーツをしていますか？ 上記いずれも「週に1回もしていない」と回答

上記の5項目の内、3項目以上はフレイル、1～2項目ならプレフレイル

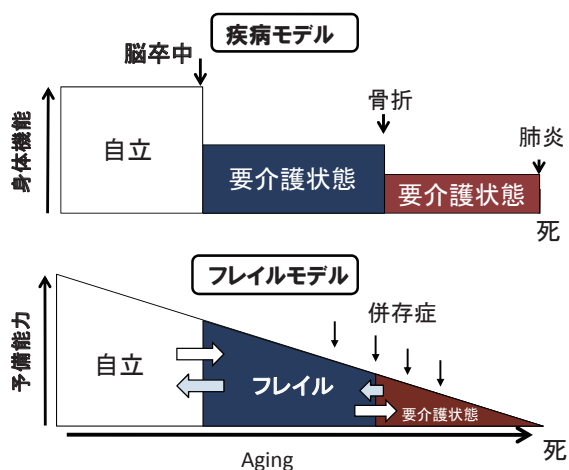
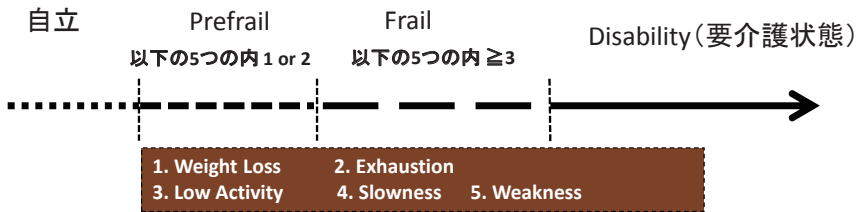


図1 要介護にいたる疾病モデルとフレイルモデル (葛谷, 2009<sup>3)</sup> より引用改変) 要介護に至るプロセスには疾病などを引き金にしているものとフレイルを仲介して要介護に至る二つのプロセスが存在している。

エネルギー量の低下を伴い、さらに摂食量が低下するという悪循環のサイクルを報告している<sup>5)</sup>。このサイクルの提案からも、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分かる。

### A phenotype model



### B deficit accumulation model

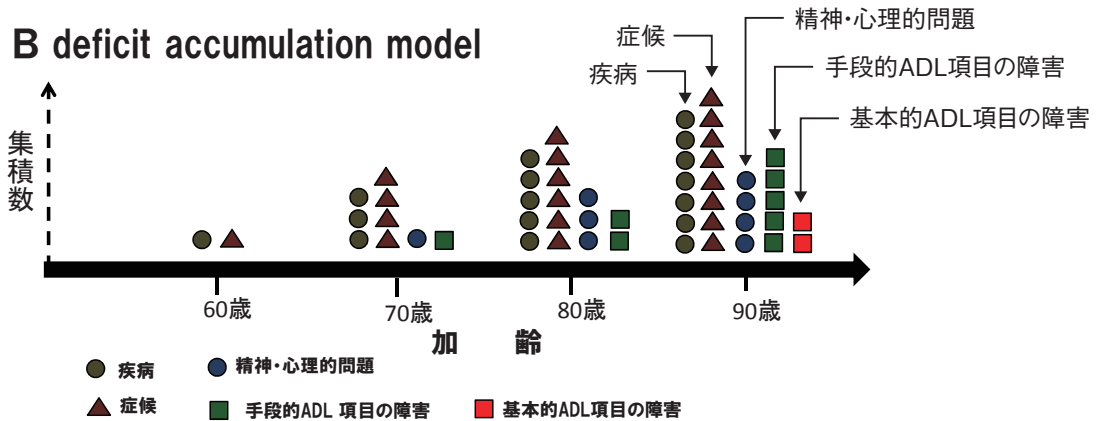


図2 二つのフレイルモデル (葛谷, 2009<sup>4)</sup> より引用)

現在フレイルには A: Phenotype model と B: deficit accumulation model が存在している

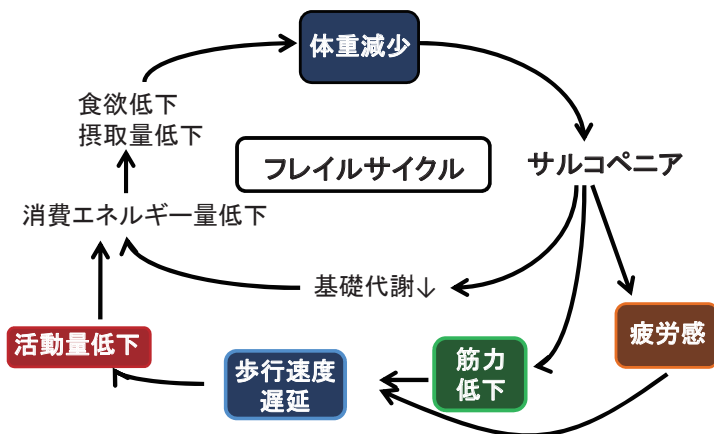


図3 フレイルサイクル (Xue QL, et al., 2008<sup>5)</sup> より引用改変)

### 3：障害累積型フレイルの診断

Rockwoodらはフレイルを臨床的に介入法の選別、生命予後や施設入所のリスク予測することを目的として、包括的な因子（30から70項目で症候、疾病、身体機能障害、検査異常なども含む）の存在（異常・不能の有無）をカウントし frailty indexを計算することを提唱している<sup>6,7)</sup>。このモデルはdeficit accumulation model（障害（欠損）累積モデル）と言われる（図2B）<sup>4)</sup>。これは項目ごとに重みづけすることなく、例えば合計40項目の評価で10項目が該当するなら frailty indexは $10/40=0.25$ となる。この評価項目の中には当然ADL障害や認知機能障害は含まれるし、慢性疾患などの疾病も含まれる（表2）<sup>7)</sup>。これらの能力障害、疾病、症候を重みづけなしに単純に加算して、フレイル

の有無（あるか無しかの二分割ではなく）ではなくindexとして連続的にfrailtyの集積度を数値化し評価することは、臨床的には実際の高齢者の虚弱性評価としてわかりやすいものである。

### 4：表現型フレイルと栄養との関連

#### 1.横断的解析

Friedらによるフレイルの診断項目に体重減少が含まれており、栄養とフレイルとの関連が想定できる。横断研究で栄養状態とフレイルとの関連を観察した報告は複数存在し、低体格指数（body mass index: BMI）ならびに低エネルギー摂取はフレイルとの関連を認めている。例えば、21kcal/kg体重/日以下の摂取エネルギーだと21kcal/kg体重/日を超えて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

表2 Modified Frailty Index (Searle SD, et al.,2008<sup>7)</sup> より作成

40項目						
入浴	基本的 日常生活活動	1年間で4.5kg以上の体重減少 主観的健康度 この一年で健康状態が変化したか 状態が悪く半日はベッドで横になっている 血圧が高い 心筋梗塞などの虚血性心疾患 心不全 脳血管障害 悪性腫瘍 糖尿病 関節炎 慢性呼吸器疾患 MMSE	全般的健康度			
着衣						
イスへ(から)の移乗						
屋外歩行						
食事						
洗面						
トイレの使用						
階段の使用						
買い物						
家事				手段的 日常生活活動	最大呼気流量 (L/min) 肩周囲筋筋力 (kg) BMI (kg/m <sup>2</sup> ) 握力 (kg) 1ポンド(4.5kg) を持ち上げる 速歩速度 (20フィート(6m) 秒) 平常歩行速度((20フィート(6m) 秒)	併存症
料理						
服薬管理						
金銭管理						
いつもの元気がない	精神心理	握力 (kg) 1ポンド(4.5kg) を持ち上げる 速歩速度 (20フィート(6m) 秒) 平常歩行速度((20フィート(6m) 秒)	身体能力			
外出する						
全てのことが「おっくう」だ						
抑うつだ						
幸福に感ずる						
孤独に感ずる						
動き出すのに苦労する						

い<sup>8)</sup>。また、栄養状態とフレイルとの関係に関する報告も複数存在している。例えば栄養状態をMini-Nutritional Assessment<sup>®</sup> (MNA<sup>®</sup>)で評価し、栄養状態の不良とフレイルとの横断的な関連が報告されている<sup>9-12)</sup>。

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<sup>13,14)</sup>。しかし、これらは全て欧米からの報告であり、BMIも30kg/m<sup>2</sup>以上、35kg/m<sup>2</sup>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/m<sup>2</sup>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。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。

栄養素に関しては、日本人高齢女性の横断調査では、1日総たんぱく質摂取量を5分位し、最低量群(Q1:  $\leq$ 62.9g/日)に比較し、Q2 (63.0-69.8g/日)、Q3 (69.8-76.1g/日)、Q4 (76.1-84.3g/日)、Q5 ( $\geq$ 84.3g/日)のフレイルと関係(オッズ: 95%信頼区間)はそれぞれ1.02 (0.72, 1.45)、0.64 (0.45, 0.93)、0.62 (0.43, 0.90)、0.66 (0.46, 0.96)で、1日当たりのたんぱく質摂取量が約70g以上でフレイルのリスクが低いと報告された<sup>15)</sup>。一方、観察研究では1日の総たんぱく質摂取量よりもむしろ、摂取する時間が重要であるとの報告がなされ、不十分な朝食時のたんぱく質摂取とフレイルとの関連が報告されている<sup>16)</sup>。

## 2. 前向き研究ならびに介入研究

一方、前向き研究で栄養とフレイルの関係を検討した報告は決して多くない。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を検討しているが、4)体重減少群(60歳前後より)がフレイル発症のリスクであるとしている<sup>17)</sup>。また、Vellasらの平均年齢72歳の健康なフランス地域在住高齢者を対象とした10年間の観察研究では25kcal/kg体重/日未満のエネルギー摂取の高齢女性はフレイルまたは死亡のリスクが、それ以上に摂取している女性に比較し3.3倍高い<sup>18)</sup>。また、同研究では1.2g/kg体重/日以上なたんぱく質を摂取する高齢女性は0.8g/kg体重/日未満の摂取よりもフレイルになるリスクが低い。また米国高齢女性(65-79歳)の3年間の観察研究では、たんぱく質摂取量が20%多いとフレイルになるリスクが32%減少した<sup>19)</sup>。

食習慣とフレイルの関係では地中海食とフレイル発症との関係は4つの欧米からの報告のメタ解析が報告されており、地中海食の遵守率が高いとフレイル発症リスクが52%低下(相対リスク=0.48、95%信頼区間=0.32-0.72、 $p<0.001$ 、 $I^2=53.7\%$ )していた<sup>20)</sup>。食事炎症指数(Dietary Inflammatory Index: DII)とは、45種類の栄養素や食品のそれぞれについて人体の炎症を促進するか軽減するかをスコア化したもので、最近多くの疾患との関連性が報告されている。フレイルとの関係も横断的にも前向き研究でも報告されている。横断調査ではDIIのスコア(高いほど炎症促進)はフレイルとの関連性があり、特に栄養不良状態の対象者ではそれが顕著であった<sup>21)</sup>。前向き研究では4,421名の8年間の観察で、DIIのスコア上位4分位は低位4分位に比較しフレイル発症のリス

クが交絡因子で調整後も有意に高かった（相対リスク=1.37、95%CI=1.01–1.89、 $P=0.04$ ）。しかし、男女別に解析するとこの関係は男性だけに認められた（男性：相対リスク=4.03、95%CI=1.78–9.09；女性：相対リスク=0.96、95%CI=0.65–1.42）<sup>22</sup>）。また食事摂取の多様性に関しての前向き研究報告では、地域在住高齢者の2年間の新たなフレイル発症リスクの検討では登録時に食事摂取の多様性があり、かつ十分な運動習慣がある対象者は、多様性が無く、かつ運動習慣が無い対象者に比較し有意にフレイル発症が低下していた（相対リスク=0.38、95%CI=0.15–0.92）<sup>23</sup>）。

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（たんぱく質25g、必須アミノ酸9.4g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<sup>24</sup>）。韓国で実施された栄養に何らかの問題がある（MNA<sup>®</sup>で低栄養または低栄養のリスクありと判定された）フレイル前段階、フレイル高齢者（70–85歳）120名に対して12週間、無作為に3群に分け、それぞれ0.8、1.2、1.5g/kg体重/日たんぱく質が投与された。結果は0.8、1.2g/kg体重/日摂取群に比較し、1.5g/kg体重/日群で有意に筋肉量の増加、歩行速度の改善を認めた<sup>25</sup>）。フレイル前段階の対象者をターゲットにした、12か月間に及ぶ複合介入（栄養評価、栄養状態に合わせた推奨、栄養に関する定期的な再評価ならびに複合運動）と対照との比較研究で、複合介入群にてフレイルへの移行が交絡因子で調整後も有意に減少した（オッズ比=0.19、95%CI=0.04–0.95、 $p=0.044$ ）<sup>26</sup>）。このように、栄養単独よりも運動との併用がより介入効果があるとの報告が多い<sup>27,28</sup>）。

### 3. 微量栄養素ならびに脂肪酸

横断研究では、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るとの報告がある。また前向き研究では血中のカロチノイド、 $\alpha$ トコフェロール、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<sup>29,30</sup>）。イタリアでの高齢者コホート調査（InCHIANTI）において、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<sup>31</sup>）。また抗酸化酵素であるグルタチオンペルオキシダーゼに関連のあるセレンウムの血中濃度の低下と高齢者の筋力低下との関連も報告されている<sup>32</sup>）。ビタミンDに関しては、その血中濃度の低下がフレイルと関連しているという横断研究の結果は複数存在するし、最近報告された前向き研究のメタ解析でもビタミンDの低値とフレイルの発症との関連が報告されている<sup>33</sup>）。フレイルをターゲットとしたビタミンDの介入研究は限られているが、サルコペニアに関しては複数報告されており、メタ解析でビタミンD血中濃度が低い対象者に対して筋力などへの効果が報告されている<sup>34</sup>）。その他、鉄、マグネシウム、リン、亜鉛の摂取量は摂取エネルギー量で調整後、サルコペニアに関連する四肢骨格筋量の減少と負の関係があると前向き研究で報告されている<sup>35</sup>）。

n-3系の多価不飽和脂肪酸の摂取低下は日本人男性高齢者の身体機能低下との関係が報告されている<sup>36</sup>）。また介入研究でも魚油の投与により筋力トレーニングの増強効果を女性で認めている<sup>37</sup>）。しかし、これらの介入研究は限られており、今後さらなるエビデンスの構築が必要である。



## 5：障害累積型フレイルと栄養との関連

この障害累積型フレイルと栄養との関連の報告は乏しい。一つには複数の構成要素の中に栄養関連項目が組み込まれていることにもよるかもしれない。Jayanama Kらは栄養関連項目を削除した36項目からなるfrailty indexを使用し、9,030名のデータを横断的に各種栄養関連パラメーターとfrailty indexとの関係を報告している<sup>38)</sup>。これによると、frailty indexとエネルギー摂取量/体重や多くの栄養素（たんぱく質/体重、炭水化物、リン、セレンウム、銅などの微量元素、ビタミンA、B<sub>1</sub>、C、葉酸類など）の摂取量との有意な負の関係（frailty indexが高いほど摂取量が低値）があり、さらには身体計測値（1年間の体重変化、腹囲など）や栄養関連の血液データ（リンパ球数、ヘモグロビン、アルブミン、ビタミンA、D、C等）とも負の関係にあった<sup>38)</sup>。地中海食に関しては横断研究でfrailty indexと地中海食の遵守率との負の関係、すなわち遵守率が高いとfrailty indexが低い有意な関連性が報告されている<sup>39)</sup>。

## 6：まとめ

表現型フレイルに関しては横断的研究ではその栄養不良状態と関連性があるとの報告はほぼ一致している。Friedの表現型フレイルの診断には体重減少が存在しており、低栄養との関連は想定される。一方で、高度肥満高齢者を抱える欧米からの報告では逆に肥満とフレイルの関連性についても報告がある。個々の栄養素との関連性の報告も蓄積してきているが、なお十分なエビデンスが構築できるほどの介入研究

は無く、今後の課題である。

障害累積型のフレイルに関しては栄養との関連の報告は横断研究の報告ですら少ない。さらに、介入研究となると極めて少なく、今後の研究が待たれる。ただ、この障害累積型のフレイルに関しては介入効果の乏しいレベルの対象者も含まれる可能性があり、層別化して考える必要があるかもしれない。

## 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(3): M146-156.
- 2) Satake S, Shimada H, Yamada M, et al.: Prevalence of frailty among community-dwellers and outpatients in Japan as defined by the Japanese version of the Cardiovascular Health Study criteria. *Geriatr Gerontol Int* 2017; 17(12): 2629-2634.
- 3) 葛谷雅文：老年医学におけるSarcopenia & Frailtyの重要性. *日老医誌* 2009; 46: 279-85.
- 4) 葛谷雅文：フレイル—超高齢社会における最重要課題と予防戦略 フレイルとは—その概念と歴史. 葛谷雅文, 雨海照祥(編) 医歯薬出版株式会社, 東京, 2014; 2-6.
- 5) Xue QL, Bandeen-Roche K, Varadhan R, Z, 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(9): 984-990.
- 6) Rockwood K, Mitnitski A.: Frailty in

- relation to the accumulation of deficits. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2007; 62(7): 722-7227.
- 7) Searle SD, Mitnitski A, Gahbauer EA, et al.: A standard procedure for creating a frailty index. *BMC Geriatr* 2008; 8: 24.
- 8) 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(6):589-593.
- 9) Bollwein J, Volkert D, Diekmann R, et al.: Nutritional status according to the mini nutritional assessment (MNA<sup>®</sup>) and frailty in community dwelling older persons: a close relationship. *J Nutr Health Aging* 2013; 17(4): 351-356.
- 10) Dorner TE, Luger E, Tschinderle J, et al.: Association between nutritional status (MNA<sup>®</sup>-SF) and frailty (SHARE-FI) in acute hospitalised elderly patients. *J Nutr Health Aging*. 2014; 18(3): 264-269.
- 11) Boulos C, Salameh P, Barberger-Gateau P.: Malnutrition and frailty in community dwelling older adults living in a rural setting. *Clin Nutr* 2016; 35(1): 138-143.
- 12) Kim J, Lee Y, Won CW, et al.: Nutritional Status and Frailty in Community-Dwelling Older Korean Adults: The Korean Frailty and Aging Cohort Study. *J Nutr Health Aging*. 2018; 22(7): 774-778.
- 13) 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; 53(6): 927-934.
- 14) 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(4): 377-381.
- 15) 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.
- 16) Bollwein J, Diekmann R, Kaiser MJ, et al.: Distribution but not amount of protein intake is associated with frailty: a cross-sectional investigation in the region of Nürnberg. *Nutr J* 2013; 12: 109.
- 17) 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(9): 1452-1460.
- 18) Vellas BJ, Hunt WC, Romero LJ, et al.: Changes in nutritional status and patterns of morbidity among free-living elderly persons: a 10-year longitudinal study. *Nutrition*. 1997; 13(6): 515-519.
- 19) O 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(6):1063-1071.
- 20) Wang Y, Hao Q, Su L, et al.: Adherence to the Mediterranean Diet and the Risk of Frailty in Old People: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Nutr Health Aging*. 2018; 22(5): 613-618.
- 21) Kim D, Park Y.: Association between

- the Dietary Inflammatory Index and Risk of Frailty in Older Individuals with Poor Nutritional Status. *Nutrients* 2018; 10(10): pii: E1363.
- 22) Shivappa N, Stubbs B, Hébert JR, et al.: The Relationship between the Dietary Inflammatory Index and Incident Frailty: A Longitudinal Cohort Study. *J Am Med Dir Assoc* 2018; 19(1): 77-82.
- 23) Osuka Y, Kojima N, Yoshida Y, et al. Exercise and/or Dietary Varieties and Incidence of Frailty in Community-Dwelling Older Women: A 2-Year Cohort Study. *J Nutr Health Aging* 2019; 23(5): 425-430.
- 24) 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(3): 309-316.
- 25) Park Y, Choi JE, Hwang HS: Protein supplementation improves muscle mass and physical performance in undernourished prefrail and frail elderly subjects: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2018; 108(5): 1026-1033.
- 26) Serra-Prat M, Sist X, Domenich R, et al.: Effectiveness of an intervention to prevent frailty in pre-frail community-dwelling older people consulting in primary care: a randomised controlled trial. *Age Ageing* 2017; 46(3): 401-407.
- 27) Kim M, Suzuki T, Kojima N, et al.: Association Between Serum  $\beta$  2-Microglobulin Levels and Prevalent and Incident Physical Frailty in Community-Dwelling Older Women. *J Am Geriatr Soc* 2017; 65(4): e83-e88.
- 28) Tieland M, Dirks ML, van der Zwaluw N, et al.: Protein supplementation increases muscle mass gain during prolonged resistance-type exercise training in frail elderly people: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Am Med Dir Assoc* 2012; 13(8): 713-719.
- 29) 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(6): 594-599.
- 30) 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(9): 3821-3828.
- 31) Bartali B, Frongillo EA, Guralnik JM, et al.: Serum micronutrient concentrations and decline in physical function among older persons. *JAMA* 2008; 299(3): 308-315.
- 32) Lauretani F, Semba RD, Bandinelli S, et al.: Association of low plasma selenium concentrations with poor muscle strength in older community-dwelling adults: the InCHIANTI Study. *Am J Clin Nutr* 2007; 86(2): 347-352.
- 33) Zhou J, Huang P, Liu P, et al.: Association of vitamin D deficiency and frailty: A systematic review and meta-analysis. *Maturitas* 2016; 94: 70-76.

- 34) Beudart C, Buckinx F, Rabenda V, et al.: The effects of vitamin D on skeletal muscle strength, muscle mass, and muscle power: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Endocrinol Metab* 2014; 99(11): 4336-4345.
- 35) Scott D, Blizzard L, Fell J, et al.: Associations between dietary nutrient intake and muscle mass and strength in community-dwelling older adults: the Tasmanian Older Adult Cohort Study. *J Am Geriatr Soc* 2010; 58(11): 2129-34.
- 36) Takayama M, Arai Y, Sasaki S, et al.: Association of marine-origin n-3 polyunsaturated fatty acids consumption and functional mobility in the community-dwelling oldest old. *J Nutr Health Aging* 2013; 17(1): 82-89.
- 37) Rodacki CL, Rodacki AL, Pereira G, et al.: Fish-oil supplementation enhances the effects of strength training in elderly women. *Am J Clin Nutr* 2012; 95(2): 428-436.
- 38) Jayanama K, Theou O, Blodgett JM, et al.: Frailty, nutrition-related parameters, and mortality across the adult age spectrum. *BMC Med*. 2018; 16(1): 188.
- 39) Ntanasi E, Yannakoulia M, Kosmidis MH, et al.: Adherence to Mediterranean Diet and Frailty. *J Am Med Dir Assoc* 2018; 19(4): 315-322.





公益財団法人 長寿科学振興財団

#### 当財団のマークの由来

長寿科学振興財団の設立は、昭和天皇御長寿御在位60年記念慶祝事業の一環として検討されました。また、昭和天皇の一周年祭に当たり、天皇・皇后両陛下から、長寿科学研究推進に資する思し召しにより、昭和天皇のご遺産から本財団に対してご下賜金が賜与されました。

こうした経緯がありまして、昭和天皇の宮中での御印が「若竹」でありましたことに因み、いつまでもみずみずしさと若々しさの心を象徴する若竹を当財団のシンボルマークとしました。