

2-3 高齢者

1 基本的事項

食事や栄養の面から見た高齢期の留意点として、やせや低栄養の弊害が指摘されている。肥満は健康リスクになるが、高齢期においては、エネルギーや栄養素の不足もまた、健康リスクにつながる²⁻⁵⁾。また、肥満であっても、栄養不良が併存し得ることにも注意を要する^{6,7)}。健康寿命の延伸の観点から、これらへの対策が求められる。

高齢者についての食事摂取基準は、エネルギー・栄養素の節において策定の根拠及び値を記述している。ここではその要点を整理した。なお、「日本人の食事摂取基準（2025年版）」策定の過程において、フレイルが「生活習慣病及び生活機能の維持・向上に係る疾患等とエネルギー・栄養素との関連」で扱う疾患等の条件を満たすか、について検討を行った。その結果、通常の食品の組合せで摂取できる量により、栄養指導を通じてフレイルの症状や状態の改善が見込まれることが明らかな栄養素はたんぱく質のみであり、複数の栄養素がフレイルの発症や重症化の主要な因子であるエビデンスが乏しいことが明らかになった。そのため、その過程で整理した条件も含め、本章において扱うこととした。

1-1 エネルギー代謝

総代謝（1日当たりの総エネルギー消費量）は、基本的には、基礎代謝、身体活動、食事による産熱（食事誘発性体熱産生）の総和になる。総代謝は、個人差があるものの、高齢期に減少傾向になり、特に60歳前後から低下が目立ち始める⁸⁾。総代謝の低下は、身体活動量だけではなく、基礎代謝の低下の影響もある⁹⁾。基礎代謝は、年齢とともに直線的に低下するわけではないが、男性では40歳台、女性では50歳台に著しく減少するとされる^{10,11)}。基礎代謝の減少は、部分的には、除脂肪量（骨格筋や臓器など）の低下で説明がつく^{12,13)}。エネルギー消費の多い骨格筋の減少が、基礎代謝の減少につながる流れは想定しやすい。加齢に伴う代謝の低下は、必ずしも病的ではないが、エネルギー収支の不均衡につながる。したがって、エネルギーの摂取と消費の均衡を保つ観点からも、高齢期の身体活動は重要である¹⁴⁾。

1-2 たんぱく質代謝と骨格筋

たんぱく質は、生体の機能と構造を支える重要な要素であり、体内で合成と分解が生じているが、動的平衡を保つように制御されている。体内のたんぱく質が最も分布するのが骨格筋であることから¹⁵⁾、たんぱく質の代謝において、筋たんぱく質が重視されている。食事摂取により筋たんぱく質合成が増加し、たんぱく質異化は減少する。これは、食事摂取により増加する栄養素及びそれに関連したホルモンの影響である。特に、血中のアミノ酸やインスリンの増加は、食後の骨格筋たんぱく質同化作用の主要な要因である¹⁶⁾。一方、炎症性サイトカイン、酸化ストレス、グルココルチコイドなどの刺激により、様々なたんぱく質分解酵素を介して筋で異化が生じる。異化が亢進してたんぱく質の同化を上回ると、筋は萎縮する¹⁷⁾。

アミノ酸の全てに骨格筋たんぱく質同化作用があるわけではなく、必須アミノ酸、特にロイシンの同化作用が強力とされる^{18,19)}。必須アミノ酸は、たんぱく質合成の基質になるだけでなく、主要なたんぱく質合成経路の mammalian/mechanistic target of rapamycin complex 1 (mTORC1) とその下流の

シグナルの活性化を介して、たんぱく質合成を誘導する²⁰⁾。食後（たんぱく質摂取後）に誘導される筋たんぱく質合成の反応性の低下を同化抵抗性（**anabolic resistance**）と呼び、これは高齢期の骨格筋量の減少やサルコペニアの一因と考えられている^{21,22)}。同化抵抗性を来す機序は複合的である。たんぱく質の合成誘導に必要なたんぱく質摂取量には閾値があり、同化抵抗性が存在する場合には、それが存在しない場合よりも多くのたんぱく質を摂取しないと同化が誘導されず^{23,24)}、このことが、高齢期のたんぱく質不足を回避すべきであるという考えにつながる。

運動もまた合成誘導する因子である。運動により筋たんぱく質は分解されるが、運動は **mTORC1** を介する経路などにより、合成も誘導する。アミノ酸が十分に供給されない状況下での運動は、合成以上に異化が進むことで、正味のたんぱく質量が減少し得る。したがって、アミノ酸摂取と運動（特にレジスタンス運動）を組み合わせることが、筋たんぱく質の維持と増強に重要である^{25,26)}。

1-3 高齢者における栄養と健康

1-3-1 高齢者の栄養管理上の問題点

栄養評価に絶対的な評価法はないが、栄養状態の評価としては身体計測が代表的である²⁷⁾。体格（**Body Mass Index : BMI**）は、栄養の評価指標として種々の評価法の中に組み込まれている。しかし、高齢者の身長や体重の測定には注意が必要である。身長測定には、亀背などの影響による過小評価や、立位を保持できない場合に立位以外で測定した値の正確さへの懸念などの問題がある。また、体重についても、日常生活動作（**Activities of Daily Living : ADL**）の低下した高齢者では、特別な測定機器がなければ、測定が困難である。

身長が短縮して測定された場合、**BMI** 値は見かけ上、増加してしまう²⁸⁾。また、**BMI** は体重から算出され、脂肪組織量と徐脂肪組織量の影響を受けるが²⁹⁾、体組成を直接に反映する指標ではないことにも留意を要する。さらに、心不全や腎不全などにより浮腫を伴う場合の値の解釈も難しい。

したがって、高齢者の栄養状態の指標として **BMI** を単独で使用する際の有効性には限界があり、様々な評価方法を併用することがある。主観的包括的評価（**Subjective Global Assessment : SGA**）、**MNA[®]**（**Mini-Nutritional Assessment**）、**MNA[®]-SF**（**Mini-Nutritional Assessment Short Form**）、**MUST**（**Malnutritional Universal Screening Tool**）などが用いられている。過栄養を反映する肥満では、診断のための **BMI** のカットオフ値は、高齢者も成人一般と同様の基準が用いられている³⁰⁾。

1-3-2 低栄養・過栄養

加齢に伴う生理的、社会的及び経済的問題は、高齢者の栄養状態に影響を与える。表 1 に高齢者の代表的な低栄養の要因を挙げた^{31,32)}。

表 1 高齢者の様々な低栄養の要因³¹⁾

1. 社会的要因 独居 介護力不足・ネグレクト 孤独感 貧困	4. 疾病要因 臓器不全 炎症・悪性腫瘍 疼痛 義歯など口腔内の問題 薬物副作用 咀嚼・嚥下障害 日常生活動作障害 消化管の問題（下痢・便秘）
2. 精神的心理的要因 認知機能障害 うつ 誤嚥・窒息の恐怖	5. その他 不適切な食形態の問題 栄養に関する誤認識 医療者の誤った指導
3. 加齢の関与 嗅覚、味覚障害 食欲低下	

過栄養は、肥満、糖尿病、脂質異常症、高血圧、メタボリックシンドローム、脂肪性肝疾患、動脈硬化性疾患などを引き起こすことや病態の悪化につながる。しかし、過栄養の生命予後への負の影響の度合いが、高齢者（特に後期高齢者）とその他の年代で、全く同等なのかについては議論がある。高齢者では内臓脂肪が蓄積しやすく、メタボリックシンドロームの有症率が高いことは知られているが、一方で、心血管病に関わる生命予後については、メタボリックシンドロームを有することの影響が少ないとされる³³⁾。さらに、血清総コレステロール値や肥満の生命予後に与える影響は、加齢とともに減じることも知られている^{34,35)}。高齢者の一部に、過体重者や肥満者の方が転帰良好な **obesity paradox** という現象が観察されることがあり³⁶⁾、こうした現象は生存効果や併存疾患の違いによると考えられている³⁰⁾。

この点からも、BMI 値による画一的な評価と介入は、高齢者には馴染まないが、エネルギー収支バランスの指標としての BMI の目標範囲は、高齢者では 21.5~24.9 kg/m² と設定されており（『II 各論、1 エネルギー・栄養素、1-1 エネルギー、3 体重管理』の 3-2-4 目標とする BMI の範囲を参照）、体重や BMI の増減にも注意しながら、個別に栄養状態を検討することが望ましい。

1-3-3 フレイル

フレイルは、老化に伴う生理的予備能の低下を基盤とし、様々な健康障害に対する脆弱性が増加している状態、すなわち、健康障害に陥りやすい状態である³⁷⁾。健康障害の中には、生命予後に加え、ADL 低下、要介護状態、入院などが含まれ^{38,39)}、フレイルと健康障害の関連について明らかにされつつある⁴⁰⁻⁴²⁾。加齢（年を重ねること）は一律だが、老化（機能の減衰）には個人差がある⁴³⁾。高齢の成人は、健康状態を含め多様であり、暦年齢だけではその状態を理解することはできない。フレイルは、英語では **frailty** と表記され、この症候の定義に関する世界的なコンセンサスは確立していないものの、整理されつつある⁴⁴⁾。フレイルを、自立（**physically independent**）と要介護状態（**dependent**）の中間に位置する状態とする考え方と、ハイリスク状態から重度障害の状態までも含めた考え方がある^{45,46)}。フレイルには可逆的な要素が含まれており、我が国では高齢者の健康寿命の延伸を目指す立場から、前者の考え方を重視している。

加齢に伴う身体機能の脆弱性の亢進（身体的フレイル）の評価として、Fried らの提唱した Cardiovascular Health Study (CHS) 基準が広く受け入れられている。すなわち、①体重減少、②主観的疲労感、③日常生活活動量の減少、④身体能力（歩行速度）の減弱、⑤筋力（握力）の低下の5項目のうち3項目以上が当てはまればフレイルとし、1~2項目が当てはまる場合はフレイル前段階（プレフレイル）と定義する⁴⁷⁾。一方、加齢に伴う脆弱性の亢進は、必ずしも身体機能の低下のみが原因ではない。認知的フレイル⁴⁸⁾、社会的フレイル⁴⁹⁾、オーラルフレイル（口腔機能の脆弱）⁵⁰⁾など、フレイルの概念を拡張した広義の考え方もある。

1-3-4 フレイルとサルコペニアの関連

サルコペニアは、高齢期の骨格筋量の減少と筋力又は身体機能（歩行速度）の低下を指す筋疾患である^{51,52)}。1980年代頃に、老化による筋量の減少の病的意義が注目され始め、その後、筋機能の低下が生命予後や機能予後と密接に関連することが明らかになった^{53,54)}。2010年に European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) が、筋量減少と握力又は歩行速度を指標にした診断基準を提唱し⁵⁵⁾、その後、EWGSOPの基準は改定されている⁵⁶⁾。アジア人を対象にした診断基準が、Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS) から提唱されている^{57,58)}。握力が診断基準に含まれるのは、それが筋力全体の指標であるだけでなく、高齢者の機能的自立や Quality of life (QOL) と密接な関係があるからである⁵⁹⁾。

肥満は、酸化ストレス、炎症、インスリン抵抗性などの代謝異常により骨格筋に悪影響を及ぼす。そのため、肥満(又は体脂肪の増加)では、筋量減少を合併したサルコペニア肥満が問題になる^{52,60,61)}。サルコペニア肥満は、肥満単独と比較して、死亡、フレイル、手段的 ADL 低下を来しやすい^{30,62)}。肥満とサルコペニアは異質な概念であるため、サルコペニア肥満の診断基準は確立していないが、その概念が整理されつつある⁶⁰⁾。高齢者で、肥満や過体重を認める場合には、サルコペニア肥満の可能性を考慮する⁶⁰⁾。

表2 サルコペニアの定義

1. 筋肉量減少
2. 筋力低下（握力など）
3. 身体能力の低下（歩行速度など）

上記の項目1に加え項目2又は項目3を併せ持つ場合にサルコペニアと診断される。文献⁵⁵⁾を改変。

身体的フレイルの評価項目には、身体機能や筋力の低下が組み込まれており、サルコペニアはフレイルを来す代表的な疾患として位置付けることができる^{63,64)}。また、フレイルとサルコペニアは双方向に影響しあい、共に機能障害や要介護状態と関連する⁶⁵⁾。

低栄養によりサルコペニアを発症すると、それが筋力、身体機能の低下を誘導し、エネルギー消費量の減少や食欲低下につながり、更に栄養不良が進行する負の連関（いわゆるフレイル・サイクル）が形成される（図1）⁶⁶⁾。サルコペニアの誘因となる栄養の問題は、必ずしも低栄養のみではないが、適切な栄養の摂取により、フレイルやサルコペニアの発症や進展を予防することは極めて重要になる。

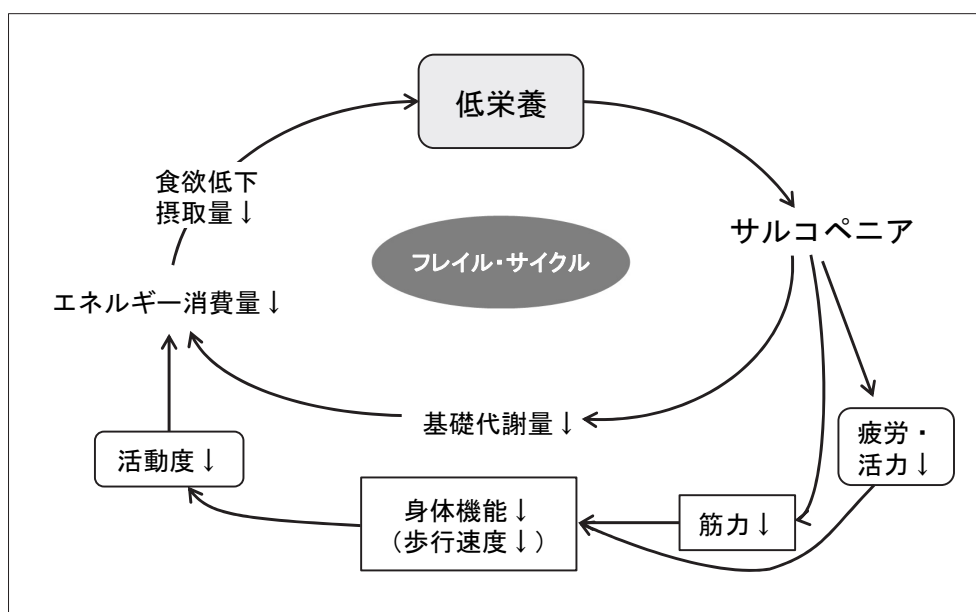


図1 フレイル・サイクル

2 高齢者における基準策定に当たっての留意点

2-1 エネルギー

低栄養と肥満のいずれもがフレイルに関連する^{37,67-71)}。BMI とフレイルには、BMI 値が低くても高くてもフレイルの有病率が上昇するというU字の関連がある^{4,72)}。同様に、サルコペニアについても栄養不良や低栄養はリスク因子であり^{73,74)}、また、2型糖尿病やメタボリックシンドロームではサルコペニアの有病率が高く⁵²⁾、肥満とサルコペニアは双方向に病態を悪化させる⁷⁵⁾。

フレイル予防の観点から目安となるBMI 値には幅があるが、その範囲は、高齢者の目標とするBMI (21.5~24.9 kg/m²) とおおむね一致している。ただし、65歳以上の高齢者10,912人を約5.3年追跡した日本の研究では、フレイルを有する高齢者と一般の高齢者を比較すると、死亡リスクが最小となるBMI 値の範囲は異なり、フレイル群ではBMI 値が高くなると死亡リスクが減少する傾向が認められた⁷⁶⁾。したがって、目標とするBMI の範囲は、フレイルの重症化予防に当たって参照するのではなく、フレイルも含む複数疾患の発症を総合的に予防する観点から参照するのが適切であろう。

2-2 たんぱく質

2-2-1 たんぱく質摂取と高齢者の健康維持

筋力や身体機能がたんぱく質摂取量と正の相関を示す疫学研究があり⁷⁷⁾、高齢期のたんぱく質の摂取が重視されている。摂取量が0.8 g/kg 体重/日未満の場合、筋のサイズ、質、機能の低下と関連したとの報告もある⁷⁸⁾。また、集団における推奨量を摂取した場合であっても、摂取不足に該当する高齢者が混在し得る⁷⁹⁾。どれ以上摂取するのが望ましいかに関する質の高いエビデンスは存在しないが、たんぱく質摂取による弊害（主に想定されるのは腎機能への悪影響）がない限り、少なくとも不足を避けるという考え方が支持されている。欧州臨床栄養・代謝学会（ESPEN）は、健常な高齢者では、少なくとも1.0~1.2 g/kg 体重/日のたんぱく質摂取を推奨している⁸⁰⁾。

たんぱく質の目標量は、生活習慣病等の発症予防を目的とした指標であり、この予防すべき病態や疾患には、フレイルやサルコペニアも含まれる。フレイルとサルコペニアの予防を念頭においた場合、推奨量よりも多い摂取が望ましいと考えられる。たんぱく質摂取量が多い高齢者(≧1.2 g/kg 体重/日)

は、より少ない高齢者と比較して、虚弱のリスクが少ないとする観察研究が複数あり^{81,82)}、高齢者にとって適切と考えられる摂取量は、従来考えられていた値よりも高いとする考えが広がりつつある。ここに記載された数値は、人種差だけではなく、研究ごとにたんぱく質摂取の測定方法が異なるため、我が国の高齢者にそのまま当てはまるかの検証が必要だが、これらの数値におおむね合致する範囲で、たんぱく質の目標量が示されている。

2-2-2 たんぱく質摂取とフレイル

たんぱく質の摂取不足は、フレイル^{37,83,84)}及び、フレイルの病態と深く関わるサルコペニア^{52,85)}の発症及び進展のリスクになると考えられている。フレイルとたんぱく質摂取の関連について、日本人の地域在住高齢者の横断研究では、男性 48 g/日、女性 43.3 g/日以上なたんぱく質摂取は、これよりも少ない量を摂取している場合に比べて、有意にフレイルのリスクが低いと報告されている⁸⁶⁾。また、別の日本人の高齢女性 2,108 人を対象にした横断調査では、1 日のたんぱく質摂取量を五分位階級別に検討すると、たんぱく質摂取が最も低い群 (62.9 g/日未満) と比較し、たんぱく質摂取量が多い群ほどフレイルと診断される対象者は少なかった。また、多変量解析では、第三階級 (69.8~76.1 g/日) 以上の群において、フレイルと判定されるオッズ比が有意に低下していた⁸⁴⁾。日本の研究を含む 4 つの横断研究と海外の 3 つの縦断研究のシステマティック・レビューでは、たんぱく質摂取量が多いことが、フレイルの発症リスク低下と関連すると結論付けている⁸⁷⁾が、一致した見解は得られていない。

2-2-3 たんぱく質摂取と腎機能

たんぱく質摂取の不足は望ましくないが、どの程度まで摂取して良いかについても検討する必要がある。例えば、たんぱく質摂取量が約 1.6 g/kg 体重/日を超えても、除脂肪量の更なる増加は認められないとする報告がある⁸⁸⁾。こうした上限量に関連する報告は存在するものの、耐容上限量の設定に必要な根拠は、現状では十分ではない。

たんぱく質の摂取量に比例して、筋量や筋機能が直線的に増加するわけではないと理解するのが妥当である。反対に、たんぱく質を長期間多く摂ることの有害性に関する根拠も十分ではないが、腎機能障害をはじめとして健康リスクにつながる可能性が指摘されていることに留意する。また、高たんぱく質食によって、食事全体の内容やバランスが変わることの影響や懸念もある⁸⁹⁾。たんぱく質摂取の考え方は、「エビデンスに基づく CKD 診療ガイドライン」⁹⁰⁾や他項を参照されたい。

2-3 ビタミンD

ビタミンDの不足や欠乏は、加齢で増加する骨粗鬆症の発症リスクの上昇につながる⁹¹⁾。また、筋線維の分化と増殖にも関与し、筋力や身体機能の維持に寄与するとされており⁹²⁾、ビタミンDの不足は、筋骨格系の機能維持に負の影響を持つと考えられている⁹¹⁾。

高齢者を対象とした 3 つの横断研究及び 1 つの縦断研究から、血中 25-ヒドロキシビタミンD濃度が 25 ng/mL 未満であると身体機能の低下、筋力の減少、血中副甲状腺ホルモン濃度の増加、転倒及び骨折のリスクが高いことが報告されている⁹³⁻⁹⁶⁾。17 の横断研究と 5 つの縦断研究の結果をまとめたメタ・アナリシスでも、血中 25-ヒドロキシビタミンD濃度に基づくビタミンDの不足状態が、筋力の低下と関連すると結論付けられた⁹⁷⁾。このほか、複数の横断研究の結果が、血中 25-ヒドロキシビタミンD濃度が 20 ng/mL 未満であるとフレイルのリスクが高いことで一致しており⁹⁸⁻¹⁰¹⁾、7 つの前向きコホート研究のシステマティック・レビューでも、低ビタミンD状態は、フレイルの発症リスク

となると結論付けられている¹⁰²⁾。また、サルコペニアについても、ビタミンD不足の回避が望ましい^{103,104)}。

このように血中 25-ヒドロキシビタミンD濃度が低いことは、フレイルのリスク要因であると考えられる。一方、通常の商品からビタミンDを摂取した場合にフレイルが改善するかについては、科学的なエビデンスが十分に明らかになっていない。この理由の1つとして、ビタミンDは日光曝露により皮膚で産生されることから、ビタミンD摂取とフレイルの関連を直接的に評価することが難しいことが考えられる。以上より、ビタミンD摂取とフレイルの発症・重症化の関連には、十分なエビデンスがないものと考えられる。

3 高齢者における食事摂取基準(再掲)

高齢者における食事摂取基準を表3～6のとおり設定した。

表3 高齢者（65～74歳）の推定エネルギー必要量（再掲）

身体活動レベル ¹	男性			女性		
	低い	ふつう	高い	低い	ふつう	高い
エネルギー(kcal/日)	2,100	2,350	2,650	1,650	1,850	2,050

¹「ふつう」は自立している者、「低い」は自宅にいてほとんど外出しない者に相当する。「低い」は高齢者施設で自立に近い状態で過ごしている者にも適用できる値である。

表4 高齢者（65～74歳）の食事摂取基準（再掲）

栄養素		男性					女性					
		推定平均必要量	推奨量	目安量	耐容上限量	目標量	推定平均必要量	推奨量	目安量	耐容上限量	目標量	
たんぱく質	(g/日) ¹	50	60	-	-	-	40	50	-	-	-	
	(%エネルギー)	-	-	-	-	15~20 ²	-	-	-	-	15~20 ²	
脂質	脂質 (%エネルギー)	-	-	-	-	20~30 ²	-	-	-	-	20~30 ²	
	飽和脂肪酸 (%エネルギー)	-	-	-	-	7以下 ²	-	-	-	-	7以下 ²	
	n-6系脂肪酸 (g/日)	-	-	10	-	-	-	-	9	-	-	
	n-3系脂肪酸 (g/日)	-	-	2.3	-	-	-	-	2.0	-	-	
炭水化物	炭水化物 (%エネルギー)	-	-	-	-	50~65 ²	-	-	-	-	50~65 ²	
	食物繊維 (g/日)	-	-	-	-	21以上	-	-	-	-	18以上	
ビタミン	脂溶性	ビタミンA (μgRAE/日) ³	600	850	-	2,700	-	500	700	-	2,700	-
		ビタミンD (μg/日)	-	-	9.0	100	-	-	-	9.0	100	-
		ビタミンE (mg/日) ⁴	-	-	7.5	800	-	-	-	7.0	700	-
		ビタミンK (μg/日)	-	-	150	-	-	-	-	150	-	-
	水溶性	ビタミンB ₁ (mg/日)	0.7	1.0	-	-	-	0.6	0.8	-	-	-
		ビタミンB ₂ (mg/日)	1.2	1.4	-	-	-	0.9	1.1	-	-	-
		ナイアシン (mgNE/日) ⁵	11	14	-	300(80)	-	9	11	-	250(65)	-
		ビタミンB ₆ (mg/日)	1.2	1.4	-	55	-	1.0	1.2	-	45	-
		ビタミンB ₁₂ (μg/日)	-	-	4.0	-	-	-	-	4.0	-	-
		葉酸 (μg/日)	200	240	-	900	-	200	240	-	900	-
		パントテン酸 (mg/日)	-	-	6	-	-	-	-	5	-	-
		ピオチン (μg/日)	-	-	50	-	-	-	-	50	-	-
		ビタミンC (mg/日)	80	100	-	-	-	80	100	-	-	-
ミネラル	多量	ナトリウム (mg/日)	600	-	-	-	-	600	-	-	-	-
		(食塩相当量) (g/日)	1.5	-	-	-	7.5未満	1.5	-	-	-	6.5未満
		カリウム (mg/日)	-	-	2,500	-	3,000以上	-	-	2,000	-	2,600以上
		カルシウム (mg/日)	600	750	-	2,500	-	550	650	-	2,500	-
		マグネシウム (mg/日) ⁶	290	350	-	-	-	240	280	-	-	-
	微量	リン (mg/日)	-	-	1,000	3,000	-	-	-	800	3,000	-
		鉄 (mg/日)	5.5	7.0	-	-	-	5.0	6.0	-	-	-
		亜鉛 (mg/日)	7.5	9.0	-	45	-	6.5	7.5	-	35	-
		銅 (mg/日)	0.7	0.8	-	7	-	0.6	0.7	-	7	-
		マンガン (mg/日)	-	-	3.5	11	-	-	-	3.0	11	-
		ヨウ素 (μg/日)	100	140	-	3,000	-	100	140	-	3,000	-
		セレン (μg/日)	25	30	-	450	-	20	25	-	350	-
		クロム (μg/日)	-	-	10	500	-	-	-	10	500	-
モリブデン (μg/日)	20	30	-	600	-	20	25	-	500	-		

¹ 65歳以上の高齢者について、フレイル予防を目的とした量を定めることは難しいが、身長・体重が参照体位に比べて小さい者や、特に75歳以上であって加齢に伴い身体活動量が大きく低下した者など、必要エネルギー摂取量が低い者では、下限が推奨量を下回る場合があり得る。この場合でも、下限は推奨量以上とすることが望ましい。

² 範囲に関しては、おおむねの値を示したものであり、弾力的に運用すること。

³ 推定平均必要量、推奨量はプロビタミンAカロテノイドを含む。耐容上限量は、プロビタミンAカロテノイドを含まない。

⁴ α-トコフェロールについて算定した。α-トコフェロール以外のビタミンEは含まない。

⁵ 耐容上限量はニコチンアミドの重量(mg/日)、()内はニコチン酸の重量(mg/日)。

⁶ 通常の食品以外からの摂取量の耐容上限量は、成人の場合 350mg/日とした。通常の食品からの摂取の場合、耐容上限量は設定しない。

表5 高齢者（75歳以上）の推定エネルギー必要量（再掲）

身体活動レベル ¹	男性			女性		
	低い	ふつう	高い	低い	ふつう	高い
エネルギー（kcal/日）	1,850	2,250	—	1,450	1,750	—

¹「ふつう」は自立している者、「低い」は自宅にいてほとんど外出しない者に相当する。「低い」は高齢者施設で自立に近い状態で過ごしている者にも適用できる値である。

表6 高齢者（75歳以上）の食事摂取基準（再掲）

栄養素		男性					女性					
		推定平均必要量	推奨量	目安量	耐容上限量	目標量	推定平均必要量	推奨量	目安量	耐容上限量	目標量	
たんぱく質	(g/日) ¹	50	60	—	—	—	40	50	—	—	—	
	(%エネルギー)	—	—	—	—	15~20 ²	—	—	—	—	15~20 ²	
脂質	脂質 (%エネルギー)	—	—	—	—	20~30 ²	—	—	—	—	20~30 ²	
	飽和脂肪酸 (%エネルギー)	—	—	—	—	7以下 ²	—	—	—	—	7以下 ²	
	n-6系脂肪酸 (g/日)	—	—	9	—	—	—	—	8	—	—	
	n-3系脂肪酸 (g/日)	—	—	2.3	—	—	—	—	2.0	—	—	
炭水化物	炭水化物 (%エネルギー)	—	—	—	—	50~65 ²	—	—	—	—	50~65 ²	
	食物繊維 (g/日)	—	—	—	—	20以上	—	—	—	—	17以上	
ビタミン	脂溶性	ビタミンA (μgRAE/日) ³	550	800	—	2,700	—	450	650	—	2,700	—
		ビタミンD (μg/日)	—	—	9.0	100	—	—	—	9.0	100	—
		ビタミンE (mg/日) ⁴	—	—	7.0	800	—	—	—	6.0	650	—
		ビタミンK (μg/日)	—	—	150	—	—	—	—	150	—	—
	水溶性	ビタミンB ₁ (mg/日)	0.7	1.0	—	—	—	0.5	0.7	—	—	—
		ビタミンB ₂ (mg/日)	1.1	1.4	—	—	—	0.9	1.1	—	—	—
		ナイアシン (mgNE/日) ⁵	11	13	—	300 (75)	—	8	10	—	250 (60)	—
		ビタミンB ₆ (mg/日)	1.2	1.4	—	50	—	1.0	1.2	—	40	—
		ビタミンB ₁₂ (μg/日)	—	—	4.0	—	—	—	—	4.0	—	—
		葉酸 (μg/日)	200	240	—	900	—	200	240	—	900	—
		パントテン酸 (mg/日)	—	—	6	—	—	—	—	5	—	—
		ピオチン (μg/日)	—	—	50	—	—	—	—	50	—	—
		ビタミンC (mg/日)	80	100	—	—	—	80	100	—	—	—
ミネラル	多量	ナトリウム (mg/日)	600	—	—	—	—	600	—	—	—	—
		(食塩相当量) (g/日)	1.5	—	—	—	7.5未満	1.5	—	—	—	6.5未満
		カリウム (mg/日)	—	—	2,500	—	3,000以上	—	—	2,000	—	2,600以上
	微量	カルシウム (mg/日)	600	750	—	2,500	—	500	600	—	2,500	—
		マグネシウム (mg/日) ⁶	270	330	—	—	—	220	270	—	—	—
		リン (mg/日)	—	—	1,000	3,000	—	—	—	800	3,000	—
		鉄 (mg/日)	5.5	6.5	—	—	—	4.5	5.5	—	—	—
		亜鉛 (mg/日)	7.5	9.0	—	40	—	6.0	7.0	—	35	—
		銅 (mg/日)	0.7	0.8	—	7	—	0.6	0.7	—	7	—
		マンガン (mg/日)	—	—	3.5	11	—	—	—	3.0	11	—
		ヨウ素 (μg/日)	100	140	—	3,000	—	100	140	—	3,000	—
		セレン (μg/日)	25	30	—	400	—	20	25	—	350	—
		クロム (μg/日)	—	—	10	500	—	—	—	10	500	—
モリブデン (μg/日)	20	25	—	600	—	20	25	—	500	—		

¹ 65歳以上の高齢者について、フレイル予防を目的とした量を定めることは難しいが、身長・体重が参照体位に比べて小さい者や、特に75歳以上であって加齢に伴い身体活動量が大きく低下した者など、必要エネルギー摂取量が低い者では、下限が推奨量を下回る場合があり得る。この場合でも、下限は推奨量以上とすることが望ましい。

² 範囲に関しては、おおむねの値を示したものであり、弾力的に運用すること。

³ 推定平均必要量、推奨量はプロビタミンAカロテノイドを含む。耐容上限量は、プロビタミンAカロテノイドを含まない。

⁴ α-トコフェロールについて算定した。α-トコフェロール以外のビタミンEは含まない。

⁵ 耐容上限量はニコチンアミドの重量(mg/日)、()内はニコチン酸の重量(mg/日)。

⁶ 通常の食品以外からの摂取量の耐容上限量は、成人の場合 350mg/日とした。通常の食品からの摂取の場合、耐容上限量は設定しない。

参考文献

- 1) Colleluori G, Villareal DT. Aging, obesity, sarcopenia and the effect of diet and exercise intervention. *Exp Gerontol*. 2021;155:111561.
- 2) Lorenzo-López L, Maseda A, de Labra C, et al. Nutritional determinants of frailty in older adults: A systematic review. *BMC Geriatr*. 2017;17(1):108.
- 3) Fávaro-Moreira NC, Krausch-Hofmann S, Matthys C, et al. Risk factors for malnutrition in older adults: A systematic review of the literature based on longitudinal data. *Adv Nutr*. 2016;7(3):507-522.
- 4) Yuan L, Chang M, Wang J. Abdominal obesity, body mass index and the risk of frailty in community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing*. 2021;50(4):1118-1128.
- 5) de Sire A, Ferrillo M, Lippi L, et al. Sarcopenic dysphagia, malnutrition, and oral frailty in elderly: A comprehensive review. *Nutrients*. 2022;14(5):982.
- 6) Bradley M, Melchor J, Carr R, et al. Obesity and malnutrition in children and adults: A clinical review. *Obes Pillars*. 2023;8(100087):100087.
- 7) Kobylińska M, Antosik K, Decyk A, et al. Malnutrition in obesity: Is it possible? *Obes Facts*. 2022;15(1):19-25.
- 8) Pontzer H, Yamada Y, Sagayama H, et al. Daily energy expenditure through the human life course. *Science*. 2021;373(6556):808-812.
- 9) Henry CJ. Mechanisms of changes in basal metabolism during ageing. *Eur J Clin Nutr*. 2000;54 Suppl 3:S77-91.
- 10) Poehlman ET. Energy expenditure and requirements in aging humans. *J Nutr*. 1992;122(11):2057-2065.
- 11) Poehlman ET, Goran MI, Gardner AW, et al. Determinants of decline in resting metabolic rate in aging females. *Am J Physiol*. 1993;264(3 Pt 1):E450-5.
- 12) Vybornaya KV, Sokolov AI, Kobelkova IV, et al. Basal metabolic rate as an integral indicator of metabolism intensity. *Vopr Pitan*. 2017;86(5):5-10.
- 13) Bosy-Westphal A, Kossel E, Goele K, et al. Contribution of individual organ mass loss to weight loss-associated decline in resting energy expenditure. *Am J Clin Nutr*. 2009;90(4):993-1001.
- 14) Tanaka K, Nakata Y. Is it possible to increase muscle mass and basal metabolic rate during weight loss? *Jap J Phys Fit Sports Med*. 2017;66(3):209-212.
- 15) Omura T, Araki A. Skeletal muscle as a treatment target for older adults with diabetes mellitus: The importance of a multimodal intervention based on functional category. *Geriatr Gerontol Int*. 2022;22(2):110-120.
- 16) Bolster DR, Jefferson LS, Kimball SR. Regulation of protein synthesis associated with skeletal muscle hypertrophy by insulin-, amino acid- and exercise-induced signalling. *Proc Nutr Soc*. 2004;63(2):351-356.
- 17) Rennie MJ. Anabolic resistance: the effects of aging, sexual dimorphism, and immobilization on human muscle protein turnover. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2009;34(3):377-381.
- 18) Volpi E, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, et al. Essential amino acids are primarily responsible for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. *Am J Clin Nutr*. 2003;78(2):250-258.
- 19) Katsanos CS, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, et al. A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential amino acids in the elderly. *Am J Physiol*

Endocrinol Metab. 2006;291(2):E381-387.

- 20) De Bandt JP. Leucine and mammalian target of rapamycin-dependent activation of muscle protein synthesis in aging. *J Nutr.* 2016;146(12):2616S-2624S.
- 21) Morton RW, Traylor DA, Weijs PJM, et al. Defining anabolic resistance: implications for delivery of clinical care nutrition. *Curr Opin Crit Care.* 2018;24(2):124-130.
- 22) Volpi E, Mittendorfer B, Rasmussen BB, et al. The response of muscle protein anabolism to combined hyperaminoacidemia and glucose-induced hyperinsulinemia is impaired in the elderly. *J Clin Endocrinol Metab.* 2000;85(12):4481-4490.
- 23) Smeuninx B, Greig CA, Breen L. Amount, source and pattern of dietary protein intake across the adult lifespan: A cross-sectional study. *Front Nutr.* 2020;7:25.
- 24) 大村卓也, 重本和宏. 基礎研究からの最新知見 メカニズムから解き明かすサルコペニアの病態. 公益財団法人長寿科学振興財団. フレイル予防・対策:基礎研究から臨床、そして地域へ. 2021:177-190.
- 25) Drummond MJ, Dreyer HC, Fry CS, et al. Nutritional and contractile regulation of human skeletal muscle protein synthesis and mTORC1 signaling. *J Appl Physiol.* 2009;106(4):1374-1384.
- 26) Stark M, Lukaszuk J, Prawitz A, et al. Protein timing and its effects on muscular hypertrophy and strength in individuals engaged in weight-training. *J Int Soc Sports Nutr.* 2012;9(1):54.
- 27) 葛谷雅文. 高齢者の栄養評価と低栄養の対策. 日本老年医学会雑誌. 2003;40(3):199-203.
- 28) Siqueira V de O, Costa BV de L, Lopes ACS, et al. Different equations for determining height among the elderly: the Bambuí Cohort Study of Aging. *Cad Saude Publica.* 2012;28(1):125-134.
- 29) 小宮秀一. BMI と除脂肪量指数 (FFMI) 及び脂肪量指数 (FMI) に関する問題. 健康科学. 2004;26:1-7.
- 30) 日本肥満学会編. 肥満症診療ガイドライン 2022. ライフサイエンス出版; 2022.
- 31) 大内尉義, 秋山弘子, 折茂肇. 新老年学 第3版. 東京大学出版会; 2010.
- 32) 加藤佐千子. 高齢者の低栄養とフレイルティ. 日本家政学会誌. 2018;69(6):462-469.
- 33) Hildrum B, Mykletun A, Dahl AA, et al. Metabolic syndrome and risk of mortality in middle-aged versus elderly individuals: the Nord-Trøndelag Health Study (HUNT). *Diabetologia.* 2009;52(4):583-590.
- 34) Prospective Studies Collaboration, Lewington S, Whitlock G, et al. Blood cholesterol and vascular mortality by age, sex, and blood pressure: a meta-analysis of individual data from 61 prospective studies with 55,000 vascular deaths. *Lancet.* 2007;370(9602):1829-1839.
- 35) Tamakoshi A, Yatsuya H, Lin Y, et al. BMI and all-cause mortality among Japanese older adults: findings from the Japan collaborative cohort study. *Obesity (Silver Spring).* 2010;18(2):362-369.
- 36) Dramé M, Godaert L. The obesity paradox and mortality in older adults: A systematic review. *Nutrients.* 2023;15(7):1780.
- 37) 荒井秀典 (編集主幹), 長寿医療研究開発費事業 (27-23) : 要介護高齢者、フレイル高齢者、認知症高齢者に対する栄養療法、運動療法、薬物療法に関するガイドライン作成に向けた調査研究班編. フレイル診療ガイド 2018 年版. 一般社団法人日本老年医学会, 国立研究開発法人国立長寿医療研究センター; 2018.
- 38) 沓澤智子. サルコペニアとフレイル. 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌. 2021;29(3):359-364.

- 39) Kojima G, Iliffe S, Taniguchi Y, et al. Prevalence of frailty in Japan: A systematic review and meta-analysis. *J Epidemiol*. 2017;27(8):347-353.
- 40) Ritt M, Gaßmann KG, Sieber CC. Significance of frailty for predicting adverse clinical outcomes in different patient groups with specific medical conditions. *Z Gerontol Geriatr*. 2016;49(7):567-572.
- 41) Rothman MD, Leo-Summers L, Gill TM. Prognostic significance of potential frailty criteria. *J Am Geriatr Soc*. 2008;56(12):2211-2216.
- 42) Lohman MC, Sonnega AJ, Resciniti NV, et al. Frailty phenotype and cause-specific mortality in the United States. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2020;75(10):1935-1942.
- 43) Gordon EH, Hubbard RE. Frailty: understanding the difference between age and ageing. *Age Ageing*. 2022;51(8).
- 44) Umegaki H, Makino T, Uemura K, et al. Falls in community-dwelling prefrail older adults. *Health Soc Care Community*. 2020;28(1):110-115.
- 45) 道場信孝, 久代登志男, 日野原重明. 総合健診とロコモティブシンドローム: 総合健診における高齢者健診の実施に向けて総合健診における高齢者健診の必要性: フレイルとサルコペニアを中心にして. *総合健診*. 2016;43(3):447-454.
- 46) 日本サルコペニア・フレイル学会編. 日本サルコペニア・フレイル学会認定 サルコペニア・フレイル指導士テキスト. 新興医学出版社; 2020.
- 47) Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56(3):M146-156.
- 48) Sugimoto T, Arai H, Sakurai T. An update on cognitive frailty: Its definition, impact, associated factors and underlying mechanisms, and interventions. *Geriatr Gerontol Int*. 2022;22(2):99-109.
- 49) Fujiwara Y, Kondo K, Koyano W, et al. Social frailty as social aspects of frailty: Research, practical activities, and prospects. *Geriatr Gerontol Int*. 2022;22(12):991-996.
- 50) Parisius KGH, Wartewig E, Schoonmade LJ, et al. Oral frailty dissected and conceptualized: A scoping review. *Arch Gerontol Geriatr*. 2022;100:104653.
- 51) 厚生労働科学研究補助金(長寿科学総合研究事業) 高齢者における加齢性筋肉減弱現象(サルコペニア)に関する予防対策確立のための包括的研究研究班. サルコペニア: 定義と診断に関する欧州関連学会のコンセンサス—高齢者のサルコペニアに関する欧州ワーキンググループの報告—の監訳. *日本老年医学会雑誌*. 2012;49(6):788-805.
- 52) 日本サルコペニア診療ガイドライン作成委員会編. サルコペニア診療ガイドライン 2017年版 一部改訂. ライフサイエンス出版; 2020.
- 53) Rosenberg IH. Epidemiological and methodological problems in determining nutritional status of older persons: Summary comments. *Am J Clin Nutr*. 1989;50(5):1231-1233.
- 54) Rosenberg IH. Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr*. 1997;127(5 Suppl):990S-991S.
- 55) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39(4):412-423.
- 56) Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16-31.
- 57) Chen LK, Liu LK, Woo J, et al. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*. 2014;15(2):95-101.

- 58) Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al. Asian Working Group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *J Am Med Dir Assoc.* 2020;21(3):300-307.e2.
- 59) da Silva LSL, Abdalla PP, Marcos-Pardo PJ, et al. Sarcopenic obesity does not impair lower limb strength and physical performance in sufficiently active older adults: a cross-sectional study. *Sci Rep.* 2024;14(1):3061.
- 60) Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, et al. Definition and diagnostic criteria for sarcopenic obesity: ESPEN and EASO consensus statement. *Obes Facts.* 2022;15(3):321-335.
- 61) Prado CM, Batsis JA, Donini LM, et al. Sarcopenic obesity in older adults: a clinical overview. *Nat Rev Endocrinol.* 2024;20(5):261-277.
- 62) Hsu KJ, Liao CD, Tsai MW, et al. Effects of exercise and nutritional intervention on body composition, metabolic health, and physical performance in adults with sarcopenic obesity: A meta-analysis. *Nutrients.* 2019;11(9):2163.
- 63) Umegaki H. Sarcopenia and frailty in older patients with diabetes mellitus: Sarcopenia and frailty in DM. *Geriatr Gerontol Int.* 2016;16(3):293-299.
- 64) 荒井秀典. フレイルの意義. 日本老年医学会雑誌. 2014;51(6):497-501.
- 65) Angulo J, El Assar M, Rodríguez-Mañas L. Frailty and sarcopenia as the basis for the phenotypic manifestation of chronic diseases in older adults. *Mol Aspects Med.* 2016;50:1-32.
- 66) 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(9):984-990.
- 67) Cruz-Jentoft AJ, Kiesswetter E, Drey M, et al. Nutrition, frailty, and sarcopenia. *Aging Clin Exp Res.* 2017;29(1):43-48.
- 68) Artaza-Artabe I, Sáez-López P, Sánchez-Hernández N, et al. The relationship between nutrition and frailty: Effects of protein intake, nutritional supplementation, vitamin D and exercise on muscle metabolism in the elderly. A systematic review. *Maturitas.* 2016;93:89-99.
- 69) Porter Starr KN, McDonald SR, Bales CW. Obesity and physical frailty in older adults: a scoping review of lifestyle intervention trials. *J Am Med Dir Assoc.* 2014;15(4):240-250.
- 70) Nishida Y, Yamada Y, Sasaki S, et al. Effect of overweight/obesity and metabolic syndrome on frailty in middle-aged and older Japanese adults. *Obes Sci Pract.* 2024;10(1):e714.
- 71) Nguyen TN, Nguyen TN, Nguyen AT, et al. Appendicular lean mass and frailty among geriatric outpatients. *J Frailty Aging.* 2022;11(2):177-181.
- 72) Watanabe D, Yoshida T, Watanabe Y, et al. A U-shaped relationship between the prevalence of frailty and body mass index in community-dwelling Japanese older adults: The Kyoto-Kameoka study. *J Clin Med.* 2020;9(5).
- 73) Yuan S, Larsson SC. Epidemiology of sarcopenia: Prevalence, risk factors, and consequences. *Metabolism.* 2023;144(155533):155533.
- 74) Sieber CC. Malnutrition and sarcopenia. *Aging Clin Exp Res.* 2019;31(6):793-798.
- 75) Choi KM. Sarcopenia and sarcopenic obesity. *Korean J Intern Med.* 2016;31(6):1054-1060.
- 76) Watanabe D, Yoshida T, Watanabe Y, et al. Frailty modifies the association of body mass index with mortality among older adults: Kyoto-Kameoka study. *Clin Nutr.* 2024;43(2):494-502.

- 77) Coelho-Júnior HJ, Calvani R, Tosato M, et al. Protein intake and physical function in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev.* 2022;81(101731):101731.
- 78) Campbell WW, Deutz NEP, Volpi E, et al. Nutritional interventions: Dietary protein needs and influences on skeletal muscle of older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2023;78(Suppl 1):67-72.
- 79) Campbell WW, Trappe TA, Wolfe RR, et al. The recommended dietary allowance for protein may not be adequate for older people to maintain skeletal muscle. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2001;56(6):M373-80.
- 80) Deutz NEP, Bauer JM, Barazzoni R, et al. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clin Nutr.* 2014;33(6):929-936.
- 81) Wu SY, Yeh NH, Chang HY, et al. Adequate protein intake in older adults in the context of frailty: cross-sectional results of the Nutrition and Health Survey in Taiwan 2014-2017. *Am J Clin Nutr.* 2021;114(2):649-660.
- 82) Houston DK, Nicklas BJ, Ding J, et al. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. *Am J Clin Nutr.* 2008;87(1):150-155.
- 83) Coelho-Junior HJ, Marzetti E, Picca A, et al. Protein intake and frailty: A matter of quantity, quality, and timing. *Nutrients.* 2020;12(10):2915.
- 84) 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(1):164.
- 85) Rogeri PS, Zanella R Jr, Martins GL, et al. Strategies to prevent sarcopenia in the aging process: Role of protein intake and exercise. *Nutrients.* 2021;14(1):52.
- 86) Nanri H, Yamada Y, Yoshida T, et al. Sex difference in the association between protein intake and frailty: Assessed using the Kihon Checklist indexes among older adults. *J Am Med Dir Assoc.* 2018;19(9):801-805.
- 87) Coelho-Júnior HJ, Rodrigues B, Uchida M, et al. Low protein intake is associated with frailty in older adults: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Nutrients.* 2018;10(9):1334.
- 88) Morton RW, Murphy KT, McKellar SR, et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *Br J Sports Med.* 2018;52(6):376-384.
- 89) Delimaris I. Adverse effects associated with protein intake above the Recommended Dietary Allowance for adults. *ISRN Nutr.* 2013;2013:126929.
- 90) 日本腎臓学会編. エビデンスに基づく CKD 診療ガイドライン 2023. 東京医学社; 2023.
- 91) Romano F, Serpico D, Cantelli M, et al. Osteoporosis and dermatoporosis: a review on the role of vitamin D. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2023;14:1231580.
- 92) Remelli F, Vitali A, Zurlo A, et al. Vitamin D deficiency and sarcopenia in older persons. *Nutrients.* 2019;11(12):2861.
- 93) Gunton JE, Girgis CM, Baldock PA, et al. Bone muscle interactions and vitamin D. *Bone.* 2015;80:89-94.
- 94) Gerdhem P, Ringsberg KAM, Obrant KJ, et al. Association between 25-hydroxy vitamin D levels, physical activity, muscle strength and fractures in the prospective population-based OPRA Study of Elderly Women. *Osteoporos Int.* 2005;16(11):1425-1431.
- 95) Wicherts IS, van Schoor NM, Boeke AJP, et al. Vitamin D status predicts physical performance and its decline in older persons. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007;92(6):2058-2065.

- 96) Annweiler C, Beauchet O, Berrut G, et al. Is there an association between serum 25-hydroxyvitamin D concentration and muscle strength among older women? Results from baseline assessment of the EPIDOS study. *J Nutr Health Aging*. 2009;13(2):90-95.
- 97) Stewart JW, Alekel DL, Ritland LM, et al. Serum 25-hydroxyvitamin D is related to indicators of overall physical fitness in healthy postmenopausal women. *Menopause*. 2009;16(6):1093-1101.
- 98) Annweiler C, Henni S, Walrand S, et al. Vitamin D and walking speed in older adults: Systematic review and meta-analysis. *Maturitas*. 2017;106:8-25.
- 99) Ensrud KE, Ewing SK, Fredman L, et al. Circulating 25-hydroxyvitamin D levels and frailty status in older women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2010;95(12):5266-5273.
- 100) Ensrud KE, Blackwell TL, Cauley JA, et al. Circulating 25-hydroxyvitamin D levels and frailty in older men: the osteoporotic fractures in men study. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59(1):101-106.
- 101) Vaes AMM, Brouwer-Brolsma EM, Toussaint N, et al. The association between 25-hydroxyvitamin D concentration, physical performance and frailty status in older adults. *Eur J Nutr*. 2019;58(3):1173-1181.
- 102) 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.
- 103) Uchitomi R, Oyabu M, Kamei Y. Vitamin D and sarcopenia: Potential of vitamin D supplementation in sarcopenia prevention and treatment. *Nutrients*. 2020;12(10):3189.
- 104) Abiri B, Vafa M. Vitamin D and muscle sarcopenia in aging. *Methods Mol Biol*. 2020;2138:29-47.