

1-2 たんぱく質

1 基本的事項

1-1 定義と分類

たんぱく質（蛋白質、たん白質、タンパク質、protein）とは、20種類のL-アミノ酸がペプチド結合してできた化合物である。たんぱく質は他の栄養素から体内で合成できず、必ず摂取しなければならない。したがって、たんぱく質は必須栄養素である。たんぱく質が欠乏するとクワシオルコル（クワシオルコール又はカシオコアとも呼ぶ）となる。

たんぱく質はこれを構成するアミノ酸の数や種類、またペプチド結合の順序によって種類が異なり、分子量4,000前後のものから、数千万から億単位になるウイルスたんぱく質まで多種類が存在する。ペプチド結合したアミノ酸の個数が少ない場合にはペプチドという。たんぱく質を構成するアミノ酸は20種である。ヒトはその20種のうち、11種を他のアミノ酸又は中間代謝物から合成することができる。それ以外の9種は食事から直接に摂取しなければならない、それらを不可欠アミノ酸（必須アミノ酸）と呼ぶ。不可欠アミノ酸はヒスチジン、イソロイシン、ロイシン、リシン、メチオニン、フェニルアラニン、トレオニン、トリプトファン、バリンである。

1-2 機能

たんぱく質は、生物の重要な構成成分の一つである。また、酵素やホルモンとして代謝を調節し、ヘモグロビン、アルブミン、トランスフェリン、アポリポたんぱく質などは物質輸送に関与し、 γ -グロブリンは抗体として生体防御に働いている。たんぱく質を構成しているアミノ酸は、たんぱく質合成の素材であるだけでなく、神経伝達物質やビタミン、その他の重要な生理活性物質の前駆体ともなっている。さらに、酸化されるとエネルギーとしても利用される。

1-3 消化、吸収、代謝

体たんぱく質は、合成と分解を繰り返しており、動的平衡状態を保っている。たんぱく質の種類によりその代謝回転速度は異なるが、いずれも分解されてアミノ酸となり、その一部は不可避免的に尿素などとして体外に失われる。したがって、成人においてもたんぱく質を食事から補給する必要がある。なお、授乳婦は、母乳に含まれるたんぱく質も同様に補給する必要がある。

このほかに、成長期には新生組織の蓄積に必要なたんぱく質を摂取しなければならない。妊婦の場合は、胎児及び胎盤などの成長もこれに相当する。

2 指標設定の基本的な考え方

乳児に目安量を、1歳以上の全ての年齢区分に推定平均必要量、推奨量及び目標量を定めることとし、耐容上限量はいずれの年齢区分にも定めないこととした。

たんぱく質の栄養素としての重要性に鑑み、全ての性・年齢区分において、数値の算定に当たっては四捨五入でなく、切り上げを用いた。また、必要に応じて、前後の年齢区分における値を参考にした数値の平滑化も行った。

3 健康の保持・増進

3-1 欠乏の回避

3-1-1 必要量（たんぱく質維持必要量）

3-1-1-1 窒素出納法によるたんぱく質維持必要量：特に性差及び年齢差について

たんぱく質の必要量は、窒素出納法を用いて研究が進められてきた。各国の食事摂取基準は、窒素出納法によって得られたたんぱく質維持必要量を用いてたんぱく質の必要量を算定している。具体的には、これらの測定結果に基づき、アメリカ・カナダの食事摂取基準では19歳以上の全ての年齢区分において男女ともにたんぱく質維持必要量（平均値）を0.66 g/kg 体重/日としており¹⁾、2007年に発表されたWHO/FAO/UNUによるたんぱく質必要量に関する報告でも同じ値を全年齢におけるたんぱく質維持必要量としている²⁾。また、ほぼ同様の値を用いて、イギリスはNRI (nutrient reference intake) を、オーストラリアはRDI (recommended dietary intake) を定めている³⁾。

また、15～84歳を対象として行われたメタ・アナリシス（28研究、合計対象者数348）は、維持必要量は0.66（平均、95%信頼区間は0.64～0.68）g/kg 体重/日であったと報告している（表1）⁴⁾。また、このサブ解析では、性差、年齢差〔若年・中年（60歳未満）と高齢者（60歳以上）の間〕は共に認められなかった。小児を対象とした10の研究（表2）は、維持必要量を0.67 g/kg 体重/日（平均）と報告しており、前述の成人の値とほぼ同じであった⁵⁻¹¹⁾。ただし、これは成長に伴うたんぱく質の増加分を含んでいない。なお、窒素出納法を用いて高齢者を対象としてたんぱく質の維持必要量を測定した研究の中には、0.83 g/kg 体重/日、0.91 g/kg 体重/日といった高い値を報告した研究もあるが、この理由についてはまだ十分には明らかになっていない^{12,13)}。

しかしながら、窒素出納法の実験は、全て良質のたんぱく質を用いて行われている。したがって、この値をそのまま食事摂取基準の推定平均必要量とはできない。そこで、ここではこの種の研究で得られた数値をたんぱく質維持必要量と呼ぶことにする。

3-1-1-2 窒素出納法の限界と課題

窒素出納法には様々な限界があり、その結果を活用する場合には注意を要する。例えば、窒素出納法では全ての窒素摂取量と全ての窒素排泄量について正確に定量する必要がある。窒素摂取量は、皿などからこぼしたものや皿に残っているものなど摂取できなかった食物の全てを集めることは難しいため、摂取量を高く見積もられる可能性が高い。身体からの窒素排泄量は主に尿と糞便であるが、これ以外にも皮膚、汗、落屑、毛髪、爪など様々な体分泌物による損失もある。そのために、総排泄量は高く見積もられるよりも低く見積もられる可能性が高い。以上のように、たんぱく質摂取量を高く見積もり、たんぱく質排泄量を低く見積もるので、誤って正の窒素出納という結果になりやすい。したがって、窒素出納法では、正に誤って算出され、たんぱく質又はアミノ酸必要量は低く見積もられる傾向となる。また、以前のたんぱく質必要量に関する実験では、エネルギー出納が正の条件で行われる傾向があり、たんぱく質必要量が低く見積もられた研究があったのではないかと推測される。これらは、系統的に必要量を過小に見積もる方向に働くために注意を要する。

3-1-1-3 指標アミノ酸酸化法

最近、指標アミノ酸酸化法 (indicator amino acid oxidation technique) によって必要量を測定する研究が進んでいる。それらによって得られた値をまとめると表3のようになり¹⁴⁻²¹⁾、窒素出納法を用いて得られた必要量よりも一様に高く、そのため、窒素出納法によって求められた値は真の必要量よりもかなり、例えば40~50%程度、低いのではないかとする意見がある^{22,23)}。

しかしながら、食事摂取基準の策定根拠として用いるためには、まだ研究数、研究の質ともに十分でない。そこで、今回の策定では指標アミノ酸酸化法によって得られた結果は直接には用いず、窒素出納法で得られたたんぱく質維持必要量を用いることにした。

表1 15歳以上のたんぱく質維持必要量：メタ・アナリシスの結果

年齢区分	研究数	対象者数	たんぱく質維持必要量 (g/kg 体重/日)	
			平均値	95% 信頼区間
15~59歳	25	294	0.65	0.64~0.67
60~84歳	5	54	0.69	0.64~0.74
全体	28*	348	0.66	0.64~0.68

* 15~59歳と60~84歳を分けて結果を報告した論文が二つあったため、研究数の合計は一致しない。

表2 乳児及び小児におけるたんぱく質維持必要量

参考文献番号	年齢等	対象人数	平均窒素出納維持量 (mg 窒素/kg 体重/日)	たんぱく質維持必要量 (g/kg 体重/日)
5)	9~17か月	24	112	0.70
5)	9~17か月	10	116	0.73
8)	18~26か月	7	102	0.64
9)	17~31か月	10	66	0.41
10)	17~31か月	10	90	0.56
11)	22~29か月	5	149	0.93
10)	34~62か月	6	76	0.48
10)	34~62か月	7	127	0.79
6)	8~9歳	8	126	0.79
7)	12~14歳	8	107	0.67
平均	—	—	107	0.67

表3 指標アミノ酸酸化法を用いてたんぱく質維持必要量を測定した研究

参考文献番号	年齢(歳)	性[特性]	対象者数	必要量(平均値)(g/kg体重/日)
14)	8.4±1.4	男女	7	1.3
20)	21.1±1.1	男性	10	0.88
20)	21.3±1.1	女性	9	0.85
21)	21.6±0.9	女性	20	0.91
19)	26.8±5.7	男性	8	0.93
15)	71.3±4.5	男性	6	0.94
18)	74.3±7.4	女性	12	0.96
16)	82±1	女性	6	0.85
17)	30.6±3.9	妊婦(初期)	17	1.22
17)	30.3±2.8	妊婦(後期)	19	1.52

3-1-2 推定平均必要量、推奨量の策定方法

3-1-2-1 基本的な考え方

たんぱく質の必要量(推定平均必要量)は、

$$(\text{推定平均必要量}) = (\text{維持必要量}) + (\text{新生組織蓄積量})$$

と表される。

また、推奨量は、

$$(\text{推奨量}) = (\text{推定平均必要量}) \times (\text{推奨量算定係数})$$

と表される。

3-1-2-2 推定平均必要量

3-1-2-2-1 維持必要量

・良質な動物性たんぱく質における維持必要量

前述したように、アメリカ・カナダの食事摂取基準では19歳以上の全ての年齢区分において男女ともにたんぱく質維持必要量(平均値)を0.66 g/kg体重/日としており¹⁾、2007年に発表されたWHO/FAO/UNUによるたんぱく質必要量に関する報告でも同じ値を全年齢におけるたんぱく質維持必要量として用いている²⁾。また、ほぼ同様の値を用いて、イギリスはNRIを、オーストラリアはRDIを定めている³⁾。さらに、前述のメタ・アナリシスでも、成人で0.66 g/kg体重/日⁴⁾、小児で0.67 g/kg体重/日⁵⁻¹¹⁾と報告されている。

以上より、1歳以上全ての年齢区分に対して男女ともに、たんぱく質維持必要量を0.66 g/kg体重/日とすることにした。

ただし、窒素出納法は良質な動物性たんぱく質で行われ、その利用効率(消化率)は100%と見積もれる。したがって、この維持必要量は、良質な動物性たんぱく質における維持必要量である。

・日常食混合たんぱく質における維持必要量

成人を対象として日常食混合たんぱく質の利用効率を実測した研究では平均92.2%と報告され

ている²⁴⁾。そこで、日常食混合たんぱく質の利用効率を90%と見積もった。また、1～9歳小児における利用効率には、9～14か月児について検討された結果（1歳児における体重維持の場合の利用効率が70%）⁵⁾を用いた。体重維持の場合の利用効率は成長に伴い成人の値（90%）に近づくと考え、表4に示す値を用いた。

日常食混合たんぱく質における維持必要量は、すなわち、

$$(\text{維持必要量}) = (\text{良質な動物性たんぱく質における維持必要量}) / (\text{日常食混合たんぱく質の利用効率})$$

とした。

ところで、たんぱく質維持必要量はkg体重当たりで報告されている。そこで、これに参照体重を乗じて1人1日当たりのたんぱく質維持必要量とした。すなわち、

$$(\text{維持必要量 (g/日)}) = (\text{維持必要量 (g/kg 体重/日)}) \times (\text{参照体重 (kg)})$$

とした。

・授乳婦における付加量

授乳中は母体から見れば母乳に含まれるたんぱく質を損失する。したがって、この分を維持必要量に付加しなくてはならない。母乳に必要な母体のたんぱく質量は、母乳中たんぱく質量を食事性たんぱく質から母乳たんぱく質への変換効率で割ったものであると考えた。すなわち、

$$(\text{維持必要量への付加量}) = (\text{母乳中たんぱく質量}) / (\text{食事性たんぱく質から母乳たんぱく質への変換効率})$$

とした。

ここで、離乳開始期までの6か月間を母乳のみによって授乳した場合、総論で示したとおり、1日当たりの平均泌乳量を0.78L/日、この間の母乳中のたんぱく質濃度の平均値は12.6 g/Lとした。また、食事性たんぱく質から母乳たんぱく質への変換効率は、1985年のFAO/WHO/UNUによる報告に基づき70%とした²⁵⁾。

表4 日常食混合たんぱく質の利用効率

年齢区分 (歳)	利用効率 (%) (男女共通)
1～9	70
10～11	75
12～14	80
15～17	85
18以上	90

3-1-2-2-2 新生組織蓄積分

新生組織におけるたんぱく質の蓄積は小児と妊婦において生じる。

・小児

1～17歳の小児において成長に伴い蓄積されるたんぱく質蓄積量を要因加算法によって算出した。すなわち、

$$(\text{たんぱく質蓄積量}) = (\text{体重増加量}) \times (\text{体たんぱく質})$$

とした。以上の計算手順を表5にまとめた。

たんぱく質蓄積量は、成長に伴うたんぱく質の蓄積量として、小児の各年齢階級における参照体重の増加量と参照体重に対する体たんぱく質の割合から算出した。小児の体重に対する体たんぱく質の割合は、出生時から10歳までの体組成値²⁷⁾、4か月齢から2歳までの体組成値²⁸⁾、4歳から18歳までの体組成値²⁹⁾に基づき算出した。そして、

$$(\text{新生組織蓄積量}) = (\text{たんぱく質蓄積量}) / (\text{蓄積効率})$$

とした。

なお、小児におけるたんぱく質摂取の重要性を考慮し、丸め処理には切り上げを用いた。

表5 小児において成長に伴い蓄積されるたんぱく質蓄積量（要因加算法）

年齢区分 (歳)	男 児					女 児				
	(A) 参照 体重 (kg)	(B) 体重 増加量 (kg/年)	(C) 体たん ぱく質 (%)	(D)* たんぱく質 蓄積量 (g/kg 体重/ 日)	(E) 蓄積 効率 (%)	(A) 参照 体重 (kg)	(B) 体重 増加量 (kg/年)	(C) 体たん ぱく質 (%)	(D)* たんぱく質 蓄積量 (g/kg 体重/ 日)	(E) 蓄積 効率 (%)
1~2	11.5	2.1	13.2	0.064	40	11.0	2.2	13.0	0.070	40
3~5	16.5	2.1	14.7	0.050		16.1	2.1	14.1	0.051	
6~7	22.2	2.7	15.5	0.051		21.9	2.5	14.1	0.045	
8~9	28.0	3.2	14.5	0.046		27.4	3.4	13.7	0.046	
10~11	35.6	4.7	13.9	0.050		36.3	5.1	14.6	0.057	
12~14	49.0	5.1	13.9	0.039		47.5	3.0	14.8	0.026	
15~17	59.7	2.0	15.0	0.014		51.9	0.7	11.9	0.004	

* (たんぱく質蓄積量：D) = [(B) × 1,000 / 365] × [(C) / 100] / (A)。

・妊婦

妊娠期の体たんぱく質蓄積量は体カリウム増加量より間接的に算定できる。妊娠後期の平均の体カリウム増加量は2.08 mmol/日であり³⁰⁻³³⁾、これにカリウム・窒素比(2.15 mmol カリウム/g 窒素)³⁰⁾、及びたんぱく質換算係数(6.25)を用いると、体たんぱく質蓄積量は、

$$(\text{たんぱく質蓄積量}) = (\text{体カリウム蓄積量}) / (\text{カリウム・窒素比}) \times (\text{たんぱく質換算係数})$$

となる。

ここで、新生組織における体たんぱく質蓄積量は、妊娠中の体重増加量により変化することを考慮に入れる必要がある。すなわち、最終的な体重増加量を11 kgとし³⁴⁾、多くの研究者の報告による妊娠中体重増加量に対して補正を加えて、それぞれの研究における体カリウム増加量を求め³⁰⁻³³⁾、体たんぱく質蓄積量を表6のように算定した。

妊娠各期におけるたんぱく質蓄積量の比は、初期：中期：後期 = 0 : 1 : 3.9 であるという報告³³⁾を用いて、観察期間が中期・後期である報告については、この期間の総体たんぱく質蓄積量を求め(妊娠日数280に2/3を乗ずる)、単純に上記の比率で中期と後期に割り当てた後、それぞれの期間の1日当たりの体たんぱく質蓄積量を算出した。

このようにして各研究から得られた値を単純平均して算出すると、初期：0 g/日、中期：1.94 g/日、後期：8.16 g/日となる。たんぱく質の蓄積効率を43%³⁰⁾として、

$$(\text{新生組織蓄積量}) = (\text{たんぱく質蓄積量}) / (\text{たんぱく質の蓄積効率})$$

とした。

表6 妊娠による体たんぱく質蓄積量

参考文献番号	対象人数	体カリウム増加量 (mmol/日)	体たんぱく質蓄積量 (g/日)	妊娠中における観察期間	中期の体たんぱく質蓄積量 (g/日)	後期の体たんぱく質蓄積量 (g/日)
30)	10	3.41	9.91	後期	—	9.91
31)	27	1.71	4.97	中期・後期	2.03	7.91
32)	22	2.02	5.87	中期・後期	2.40	9.35
33)	34	1.18	3.43	中期・後期	1.40	5.45
平均値	—	—	—	—	1.94	8.16

3-1-2-3 推奨量

これまでに報告されている窒素出納維持量には、研究者間で10%から40%程度の大きな幅が見られる。この変動幅の中には個人間変動の他、個人内変動や、実験条件、実験誤差などの研究者による変動も含まれている。19の研究の対象者235人のデータを解析した結果によると、観察された変動の40%は研究者間の変動であり、残りの60%が各研究者内の変動であると報告されている²⁶⁾。また、同一対象者で繰り返し測定された成績から、各研究者内の変動の2/3は個人内変動であり、1/3が真の個人間変動であり、その変動係数は12%であった。しかし、変動曲線に偏りがあるので、変動係数を12.5%とした。これより、推定平均必要量から推奨量を求めるときの推奨量算定係数を1.25とし、全ての年齢区分（乳児を除く）で用いた。すなわち、

$$(\text{推奨量}) = (\text{推定平均必要量}) \times (\text{推奨量算定係数})$$

とした。

3-1-2-4 値の平滑化

前後の年齢区分の値を考慮して、次のように値の平滑化を行った。男性（18～29歳）の推奨量を前後の年齢区分の値に合わせた。男性（75歳以上）の推定平均必要量及び推奨量を前の年齢区分の値に合わせた。女性（75歳以上）の推奨量を前の年齢区分の値に合わせた。

3-1-3 目安量の策定方法

・乳児（目安量）

乳児のたんぱく質必要量は窒素出納法では決められない。一方、健康な乳児が健康な授乳婦から摂取する母乳は、乳児が健全に発育するのに必要なたんぱく質を質・量ともに十分に含んでいると考えられる。

乳期に入ると、哺乳量が減るとともに食事（離乳食）からのたんぱく質摂取量が増える。そこで、乳児（0～11か月）を更に3区分し、0～5か月、6～8か月、9～11か月とした。

以上より、

$$(\text{目安量}) = ((\text{母乳中たんぱく質濃度}) \times (\text{哺乳量})) + (\text{食事（離乳食）からのたんぱく質摂取量})$$

とした。以上の計算手順を表7にまとめた。

なお、母乳のたんぱく質利用効率と（乳児用調製粉乳で使われる）牛乳たんぱく質の利用効率はともに70%程度であるとされている²⁾。したがって、人工栄養で育児を行う場合でも、目安量は母乳で育児を行う場合と同じと考え、両者の区別は設けなかった。

表7 乳児におけるたんぱく質の目安量の算出方法

年齢区分	(A) 母乳中 たんぱく質濃度 (g/L)	(B) 哺乳量 (L/日)	(C) 食事（離乳食）からの たんぱく質摂取量 (g/日)	目安量 (g/日)
0～5（月）	12.6 [*]	0.78 [#]	0	9.8
6～8（月）	10.6 ^{**}	0.60 ^{##}	6.1 ^{&}	12.5
9～11（月）	9.2 ^{***}	0.45 ^{###}	17.9 ^{&&}	22.0

目安量 = (A) × (B) + (C)。

参考文献：* [35), 36), 37), 38), 39), 40), 41), 42)], ** [37), 39), 43)], *** [37), 38), 39), 43)],
[35), 36), 43), 44), 45), 46), 47)], ## [36), 43)], ### [36), 43)], & [48), && [48), 49)]

3-2 過剰摂取の回避

3-2-1 耐容上限量の策定方法

たんぱく質の耐容上限量は、たんぱく質の過剰摂取により生じる健康障害を根拠に設定されなければならない。最も関連が深いと考えられるのは、腎機能への影響である。健康な者を対象としてたんぱく質摂取量を変えて腎機能への影響を検討した比較試験のメタ・アナリシスでは、35% エネルギー未満であれば腎機能を低下させることはないだろうと結論している⁵⁰⁾。また、20% エネルギー以上（又は1.5 g/kg 体重/日以上又は100 g/日以上）の高たんぱく質摂取が腎機能（糸球体濾過率）に与える影響を通常または低たんぱく質（高たんぱく質摂取群よりも5% エネルギー以上低いものとする）に比したメタ・アナリシスでは、有意な違いは観察されなかった⁵¹⁾。しかし、試験期間が短いなど課題が多く残されている。したがって、現時点ではたんぱく質の耐容上限量を設定し得る明確な根拠となる報告は十分ではない。以上より、耐容上限量は設定しないこととした。

3-3 生活習慣病等の発症予防

3-3-1 生活習慣病及びフレイルとの関連

たんぱく質の摂取不足が最も直接的に、そして、量的に強い影響を及ぼし得ると考えられる疾患は高齢者におけるフレイル（frailty）及びサルコペニア（sarcopenia）である。習慣的なたんぱく質摂取量とフレイルの発症率又は罹患率との関連を検討した観察疫学研究（横断研究及びコホート研究）のメタ・アナリシスは、観察集団内における相対的なたんぱく質摂取量が多いほどフレイルの発症率又は罹患率が低い傾向があると結論している^{52,53)}。例えば、高齢者女性およそ2.4万人を3年間追跡してたんぱく質摂取量とフレイルの発症率との関連を検討したアメリカのコホート研究では、たんぱく質摂取量を20% 増やすとフレイルの発症率を30% 下げると予想できるとしている⁵⁴⁾。また、65歳以上（平均75歳）の日本人女性高齢者2,108人を対象とした横断研究では、たんぱく質摂取量が63 g/日未満の群に対して70 g/日以上の群におけるフレイル罹患率の

オッズ比は 0.62~0.66 であった⁵⁵⁾。

ところで、若年及び中年成人に比べて高齢者では、たんぱく質摂取に反応して筋たんぱく質合成が惹起されるために必要なたんぱく質摂取量が多いとする研究報告が存在する⁵⁶⁻⁵⁸⁾。これは加齢に伴って減少していく筋肉量及び筋力を維持する上で、つまりサルコペニアを予防する上で、若年及び中年成人に比べて高齢者では多くのたんぱく質摂取が必要なことを示している。この考え方に基づき、健康な高齢者に勧めるべきたんぱく質摂取量を、例えば、The European Union Geriatric Medicine Society (EUGMS) (等 4 団体合同) では 1.0~1.2 g/kg 体重/日⁵⁹⁾、The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) Expert group では 1.0~1.2g/kg 体重/日⁶⁰⁾、The European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO) では 1.0~1.2 g/kg 体重/日⁶¹⁾、The Society for Sarcopenia, Cachexia, and Wasting Disease (アメリカ) では 1.0~1.5 g/kg 体重/日⁶²⁾ としている。

高齢者を対象としてたんぱく質摂取量とその後の身体機能の変化との関連を検討したコホート研究のメタ・アナリシスでは、解析対象にできた研究数が少なかった(合計 7 研究。サブ・アナリシスでは 2 研究又は 3 研究) ために結論を出すのは難しいが、追跡開始時におけるたんぱく質摂取量が 0.8 g/kg 体重/日だった群に比べて 1.0 g/kg 体重/日未満だった群では、追跡完了時における下肢身体能力が有意に高かったと報告している⁶³⁾。

その一方で、たんぱく質をサプリメントで負荷した場合の筋肉重量、筋力、生活能力(歩行速度及び椅子からの立ち上がり回数) への効果を検討した無作為割付比較試験のメタ・アナリシスでは、筋力トレーニングをせずにサプリメントを負荷した研究、筋力トレーニングをしながらサプリメントを負荷した研究のいずれでも、筋肉重量、筋力、生活能力のいずれにおいても有意な効果は認められなかった。ただし、これらの研究では対象者のサプリメント負荷前の食事からのたんぱく質摂取量が平均として 1.1~1.2 g/kg 体重/日であり、たんぱく質をこれ以上負荷しても更なる効果は期待できない可能性が考えられた⁶⁴⁾。

また、平均年齢 65 歳以上の高齢者を対象として、たんぱく質又はアミノ酸を、サプリメント又は食事に添加して負荷した無作為割付比較試験のメタ・アナリシスでは、抽出された 37 全ての研究を解析に用いると、除脂肪体重、筋力、身体能力で有意な改善が観察されたものの、抽出された研究の質は全体として低く、研究の質が高いと判断された七つの研究だけを解析に用いると、上記のいずれでも有意な改善は認められなかったと報告している⁶⁵⁾。

以上より、フレイル及びサルコペニアの発症予防を目的とした場合、高齢者(65 歳以上) では少なくとも 1.0 g/kg 体重/日以上なたんぱく質を摂取することが望ましいと考えられる。

また、特定のたんぱく質又は特定のアミノ酸、特定の食品とフレイルの罹患率又は発症率を観察した研究もわずかながら存在するが、一定の結果は得られておらず、現時点で特定のたんぱく質(例えば、動物性たんぱく質又は植物性たんぱく質) や特定のアミノ酸、特定の食品を勧める十分な根拠は得られていない^{55,66,67)}。

他には、たんぱく質の摂取不足は脳卒中のリスクになるとするコホート研究による報告もあるが、コホート研究のメタ・アナリシスは両者に有意な関連を認めなかったと報告している⁶⁸⁾。

また、たんぱく質の過剰摂取が 2 型糖尿病の発症リスクとなる可能性を示唆したコホート研究が複数あり、そのメタ・アナリシスは、総たんぱく質及び動物性たんぱく質は 2 型糖尿病の発症リスクとなるが、植物性たんぱく質は関連がないか、むしろ予防的に働いている可能性を示している⁶⁹⁾。したがって、たんぱく質そのものが 2 型糖尿病の発症リスクとなるか否かはまだ明らかで

ない。また、血圧への影響もコホート研究及び介入試験で検討されており、そのメタ・アナリシスは高たんぱく質摂取が血圧低下につながる可能性を示唆している⁷⁰⁾。しかし、研究によって結果のばらつきは大きく、また、その閾値はまだ明らかでない。高たんぱく質摂取が骨密度の低下及び骨折予防につながるとするメタ・アナリシスも存在する^{71,72)}。しかし、研究によって結果のばらつきは大きく、また、その閾値もまだ明らかでない。

3-3-2 目標量（下限）の策定方法

・成人・高齢者・小児（目標量）

たんぱく質摂取量は、低すぎても高すぎても他のエネルギー産生栄養素とともに主な生活習慣病の発症及び重症化に関連する。したがって、目標量を範囲として定める必要がある。また、高齢者では特にフレイル及びサルコペニアの発症予防も考慮した値であることが望まれる。

推奨量と目標量のそれぞれの定義から考えて、そのいずれか一方を満たすのではなく、推奨量を満たした上で、主な生活習慣病やフレイルの発症予防を目的とする場合に目標量を満たさなければならない。すなわち、目標量（下限）は、推奨量以上でなければならない。

1歳から64歳の年齢区分（非妊婦及び非授乳婦）において、当該性・年齢階級・身体活動レベルI（低い）の推定エネルギー必要量（kcal/日）を用いてたんぱく質の推奨量（g/日）を%エネルギーで表現すると、50～64歳女性で12.1%エネルギーと最も高くなり、12%エネルギーを超える。

次に、同じく、65歳以上の男女について、当該性・年齢階級・身体活動レベルI（低い）の推定エネルギー必要量（kcal/日）を用いてたんぱく質の推奨量（g/日）を%エネルギーで表現すると、11.7～12.9%エネルギーとなる。これらは専らたんぱく質の維持を目的としており、目標量としては他の健康障害時に生活習慣病の発症のリスクも低く抑えるべきことを考えると、これらの値をそのまま用いるのではなく、目標量（下限）はこれらよりも多めの値とするのが適当と考えられる。

・妊婦・授乳婦（目標量）

18～49歳〔身体活動レベルI（低い）〕の妊婦及び授乳婦のたんぱく質の推奨量（g/日）を%エネルギーで表現すると、妊婦（中期）は11.0～11.6%エネルギー、妊婦（後期）は12.7～13.3%エネルギー、授乳婦は13.3～14.0%エネルギーとなる。

目標量（下限）は上記の値よりもやや高めに算定しておく方が安全であると考えられる。

以上より、目標量（下限）は1歳から49歳（男女共通、非妊婦及び非授乳婦）及び妊婦（中期）で13%エネルギー、50～64歳（男女共通、非妊婦及び非授乳婦）で14%エネルギー、65歳以上（男女共通）及び妊婦（後期）、授乳婦で15%エネルギーとした。

3-3-3 目標量（上限）の策定方法

・成人・高齢者・小児（目標量）

目標量（上限）は、耐容上限量を考慮すべきである。たんぱく質には耐容上限量は与えられていないが、成人においては各種代謝変化に好ましくない影響を与えない摂取量、高齢者においては健康障害を来す可能性が考えられる、20～23%エネルギー前後のたんぱく質摂取については、検証すべき課題として残されているとしたメタ・アナリシスがある⁷³⁾。以上より、十分な科学的根拠は

まだ得られていないものの、目標量（上限）は1歳以上の全年齢区分において20%エネルギーとすることとした。

それぞれの身体活動レベルにおける目標量をg/日の単位で表すと表8のようになる。

なお、特定の疾患の管理を目的としてたんぱく質摂取量の制限や多量摂取が必要な場合は目標量ではなく、そちらを優先すべきである。

表8 身体活動レベル別に見たたんぱく質の目標量（g/日）（非妊婦、非授乳婦）

性 身体活動レベル	男 性			女 性		
	I	II	III	I	II	III
1～2（歳）	—	31～48	—	—	29～45	—
3～5（歳）	—	42～65	—	—	39～60	—
6～7（歳）	44～68	49～75	55～85	41～63	46～70	52～80
8～9（歳）	52～80	60～93	67～103	47～73	55～85	62～95
10～11（歳）	63～98	72～110	80～123	60～93	68～105	76～118
12～14（歳）	75～115	85～130	94～145	68～105	78～120	86～133
15～17（歳）	81～125	91～140	102～158	67～103	75～115	83～128
18～29（歳）	75～115	86～133	99～153	57～88	65～100	75～115
30～49（歳）	75～115	88～135	99～153	57～88	67～103	76～118
50～64（歳）	77～110	91～130	103～148	58～83	68～98	79～113
65～74（歳）	77～103	90～120	103～138	58～78	69～93	79～105
75以上（歳）	68～90	79～105	—	53～70	62～83	—

・妊婦・授乳婦（目標量）

妊婦及び授乳婦の目標量については、十分な報告がないため、非妊婦及び非授乳婦と同じ値とした。

4 生活習慣病等の重症化予防

たんぱく質が関与し重症化予防の対象となる重要な疾患として、フレイル（サルコペニアを含む）、慢性腎臓病がある。なお、研究報告はあるものの、その数が十分でなく、一定の結論が得られていないと判断されたものはここでは触れなかった。また、たんぱく質ではなく、アミノ酸レベルでの重症化予防との関連についてもここでは扱わないことにした。

4-1 フレイル

フレイル又はサルコペニアを有する高齢者を対象として、運動負荷に加えてたんぱく質を負荷して、筋肉量、筋機能等の改善を検討した介入試験は相当数存在する⁷⁴⁾。この種の研究のメタ・アナリシスでは、body mass、握力などの増強を認めているが、これらが運動負荷によるものか、たんぱく質負荷によるものか、両者の相乗的な効果なのかは明らかでない⁷⁵⁾。また、たんぱく質の負荷量は報告されていても、食事からのたんぱく質摂取量は多くの研究で報告されていないために、総たんぱく質摂取量は不明である。そのために、フレイルを改善させ得るたんぱく質摂取量が

いくらであるかは明らかでない。一方、フレイル又はプレフレイルの状態にある高齢者を対象とした介入試験では、1.5 g/kg 体重/日のたんぱく質摂取量は、0.8 g/kg 体重/日のたんぱく質摂取量に比べて有意に筋肉量や身体機能を改善させたとする報告もある⁷⁶⁾。しかし、研究数、研究の質ともにまだ十分でなく、フレイルを改善させるためのたんぱく質摂取量に関して結論を出すことはできない。

4-2 慢性腎臓病

慢性腎臓病においては、たんぱく質摂取が腎機能の低下を促進させるおそれがあるため、たんぱく質の摂取制限が長らく行われてきた。最近のメタ・アナリシスは、低たんぱく質食（0.8 g/kg 体重/日より低摂取）は高たんぱく質食（0.8 g/kg 体重/日より高摂取）に比べて末期腎疾患への進行が有意に少なかったと報告している⁷⁷⁾。他のメタ・アナリシスでも類似の結果が得られている⁷⁸⁾。一方、別のメタ・アナリシスでは、この効果はかなり厳しい低たんぱく質食（0.3~0.4 g/kg 体重/日）に限定されていたと報告している⁷⁹⁾。このように、全体としては、低たんぱく質（0.8 g/kg 体重/日より低摂取）は、慢性腎臓病の病状の進行を遅らせるために有用であると考えられるものの、推奨すべき摂取量の範囲や、そのような食事療法を行った場合の効果の確実さについては、まだ結論が得られていない。

〈参考資料〉 不可欠アミノ酸の必要量

たんぱく質の栄養価は、それを構成するアミノ酸（特に不可欠アミノ酸）組成により評価される。ヒトの必要とする個々の不可欠アミノ酸量はその評価の基準となるため、不可欠アミノ酸必要量を正確に把握することは重要である。¹³C 標識アミノ酸を用い、呼気への ¹³CO₂ 排泄量からアミノ酸必要量を算定する方法が開発された⁸⁰⁾。それには、24 時間のアミノ酸出納法、直接アミノ酸酸化法、指標アミノ酸酸化法があり、これらの方法の信頼性は比較的高く測定における種々の利点もあることから、現在ではこれらの方法によりアミノ酸必要量が求められている²⁾。2007 年に WHO/FAO/UNU から報告された成人の不可欠アミノ酸の必要量を参考表に示す²⁾。ただし、上記のアミノ酸必要量の測定では、測定しようとするアミノ酸の摂取量を不足から過剰の範囲で変化させ、その他の全てのアミノ酸の必要量は満たされた条件に設定されている。したがって、参考表の合計の不可欠アミノ酸（総不可欠アミノ酸）量を摂取しても全てのアミノ酸の必要量が満たされるわけではないことに注意すべきである。

小児の不可欠アミノ酸の必要量では、たんぱく質の必要量の項で述べられているように、体重維持のためのアミノ酸必要量に加えて成長に伴うアミノ酸必要量も加えられる。したがって、それぞれの不可欠アミノ酸の必要量は成人のそれらに比べて高い。これらの数値を求めるために実施された研究は極めて少なく、主に要因加算法によりその数値は算出されている。実験的データの裏付けは成人の不可欠アミノ酸の必要量のデータに比べて少ないが、乳児（6～11 か月）と小児（1～17 歳）の年代別不可欠アミノ酸の必要量が、2007 年に発表された WHO/FAO/UNU の報告²⁾に示されている（参考表）。

食品中のたんぱく質のアミノ酸スコアは、化学的に分析された食品中のアミノ酸組成を用いて計算されたものである。しかし、ヒトが摂取する場合は、たんぱく質の消化吸収率やアミノ酸の有効性についても考慮する必要がある。そこで、通常のアミノ酸評点パターンにたんぱく質の消化率を加味したたんぱく質消化率補正アミノ酸評点パターンが、より正確な評価法として用いられるようになってきた⁸¹⁾。また、加熱、アルカリ処理などによってもアミノ酸の有効性は変化するので、これらの要因についても考慮する必要がある。

〈参考表〉 たんぱく質必要量に対する不可欠アミノ酸の必要量 (男女共通)²²⁾ ¹

年 齢 (歳)	たんぱく質 必要量 (g/kg 体重/日)		不可欠アミノ酸の必要量 (mg/kg 体重/日)									
	維持量	成長 ² 量	ヒスチジン	イソロイシン	ロイシン	リシン	含硫アミノ酸	芳香族アミノ酸	トレオニン	トリプトファン	バリン	合計
0.5	0.66	0.46	22	36	73	63	31	59	35	9.5	48	376
1~2	0.66	0.20	15	27	54	44	22	40	24	6.4	36	267
3~10	0.66	0.07	12	22	44	35	17	30	18	4.8	29	212
11~14	0.66	0.07	12	22	44	35	17	30	18	4.8	29	212
15~17	0.66	0.04	11	21	42	33	16	28	17	4.5	28	200
18以上	0.66	0.00	10	20	39	30	15	25	15	4.0	26	183

¹ 維持（維持+維持アミノ酸パターン）と成長（成長量×組織アミノ酸パターン）のための食事必要量中に含まれるアミノ酸の合計。

² 食事たんぱく質の利用効率58%で補正した各年齢区分での組織蓄積量。

〈概要〉

- 推定平均必要量（1歳以上）は、窒素出納法で得られたたんぱく質維持必要量を用いて策定した。近年、指標アミノ酸酸化法を用いた研究結果も増えてきているが、まだその質・量ともに十分ではないことから、これらは今回の策定では採用しなかった。
- 目標量は、たんぱく質摂取量は低すぎても高すぎても他のエネルギー産生栄養素とともに主な生活習慣病の発症予防及び重症化予防に関連することから、範囲として設定した。目標量の下限は、推奨量以上であり、かつ高齢者においてはフレイル等の発症予防も考慮した値であることが望まれる。しかしながら、フレイルの発症予防を目的とした量を算定することは難しいため、少なくとも推奨量以上とし、高齢者については摂取実態とたんぱく質の栄養素としての重要性を鑑みて、他の年齢区分よりも引き上げた。目標量の上限は、成人における各種の代謝変化への影響や、高齢者における高窒素血症の発症を予防する観点などから、1歳以上の全年齢区分において20%エネルギーとした。
- 耐容上限量は、最も関連が深いと考えられる腎機能への影響を考慮すべきではあるが、基準を設定し得る明確な根拠となる報告が十分ではないことから、設定しなかった。

参考文献

- 1) Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (macronutrients). National Academic Press, Washington D. C., 2005.
- 2) FAO/WHO/UNU. Protein and amino acid requirements in human nutrition. Technical Report Series 935, WHO, Geneva. 2007.
- 3) Nowson C, O'Connell S. Protein Requirements and Recommendations for Older People: A Review. *Nutrients* 2015; **7**: 6874-99.
- 4) Li M, Sun F, Piao JH, Yang XG. Protein requirements in healthy adults: a meta-analysis of nitrogen balance studies. *Biomed Environ Sci* 2014; **27**: 606-13.
- 5) Huang PC, Lin CP, Hsu JY. Protein requirements of normal infants at the age of about 1 year: maintenance nitrogen requirements and obligatory nitrogen losses. *J Nutr* 1980; **110**: 1727-35.
- 6) Gattas V, Barrera GA, Riumallo JS, *et al.* Protein-energy requirements of prepubertal school-age boys determined by using the nitrogen-balance response to a mixed-protein diet. *Am J Clin Nutr* 1990; **52**: 1037-42.
- 7) Gattas V, Barrera GA, Riumallo JS, *et al.* Protein-energy requirements of boys 12-14 y old determined by using the nitrogen-balance response to a mixed-protein diet. *Am J Clin Nutr* 1992; **56**: 499-503.
- 8) Intengan CL, Roxas BV, Loyola A, *et al.* Protein requirements of Filipino Children 20 to 29 Months Old Consuming Local Diets. *In*: Torun B, Young VR, Rand WM, (eds.) . Protein-energy requirements of developing countries: Evaluation of new data. United Nations University, Tokyo. Protein-energy requirements of developing countries: Evaluation of new data. 1981: 172-81.
- 9) Torun B, Cabrera-Santiago MI, Viteri FE. Protein requirements of pre-school children: milk and soybean protein isolate. *In*: Torun B, Young VR, Rand WM, (eds.). Protein-energy requirements of developing countries: Evaluation of new data. United Nations University, Tokyo. Protein-energy requirements of developing countries: Evaluation of new data. 1981: 182-90.
- 10) Egana MJI, Fuenes A, Uauy R. Protein needs of Chilean pre-school children fed milk and soy protein isolate diets. *In*: Rand WM, Uauy R, Scrimshaw NS, (eds.). Protein-energy-requirement studies in developing countries: Results of international research. United Nations University, Tokyo. Protein-energy-requirement studies in developing countries: Results of international research. 1984: 249-57.
- 11) Intengan CL. Protein requirements of Filipino children 22-29 months old consuming local diets. *In*: Rand WM, Uauy R, Scrimshaw NS, (eds.). Protein-energy-requirement studies in developing countries: Results of international research. United Nations University, Tokyo. Protein-energy-requirement studies in developing countries: Results of international research. 1984: 258-64.
- 12) Uauy R, Scrimshaw NS, Young VR. Human protein requirements: nitrogen balance response to graded levels of egg protein in elderly men and women. *Am J Clin Nutr* 1978; **31**: 779-85.

- 13) Campbell WW, Crim MC, Dallal GE, *et al.* Increased protein requirements in elderly people: new data and retrospective reassessments. *Am J Clin Nutr* 1994; **60**: 501-9.
- 14) Elango R, Humayun MA, Ball RO, *et al.* Protein requirement of healthy school-age children determined by the indicator amino acid oxidation method. *Am J Clin Nutr* 2011; **94**: 1545-52.
- 15) Rafii M, Chapman K, Elango R, *et al.* Dietary Protein Requirement of Men >65 Years Old Determined by the Indicator Amino Acid Oxidation Technique Is Higher than the Current Estimated Average Requirement. *J Nutr* 2016; **146**: 681-7.
- 16) Tang M, McCabe GP, Elango R, *et al.* Assessment of protein requirement in octogenarian women with use of the indicator amino acid oxidation technique. *Am J Clin Nutr* 2014; **99**: 891-8.
- 17) Stephens TV, Payne M, Ball RO, *et al.* Protein requirements of healthy pregnant women during early and late gestation are higher than current recommendations. *J Nutr* 2015; **145**: 73-8.
- 18) Rafii M, Chapman K, Owens J, *et al.* Dietary protein requirement of female adults >65 years determined by the indicator amino acid oxidation technique is higher than current recommendations. *J Nutr* 2015; **145**: 18-24.
- 19) Humayun MA, Elango R, Ball RO, *et al.* Reevaluation of the protein requirement in young men with the indicator amino acid oxidation technique. *Am J Clin Nutr* 2007; **86**: 995-1002.
- 20) Li M, Wang ZL, Gou LY, *et al.* Evaluation of the protein requirement in Chinese young adults using the indicator amino acid oxidation technique. *Biomed Environ Sci* 2013; **26**: 655-62.
- 21) Tian Y, Liu J, Zhang Y, *et al.* Examination of Chinese habitual dietary protein requirements of Chinese young female adults by indicator amino acid method. *Asia Pac J Clin Nutr* 2011; **20**: 390-6.
- 22) Courtney-Martin G, Ball RO, Pencharz PB, *et al.* Protein Requirements during Aging. *Nutrients* 2016; **8**: E492
- 23) Elango R, Humayun MA, Ball RO, *et al.* Evidence that protein requirements have been significantly underestimated. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2010; **13**: 52-7.
- 24) Kaneko K, Koike G. Utilization and requirement of egg protein in Japanese women. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 1985; **31**: 43-52.
- 25) FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Technical Report Series 724, WHO, Geneva. 1985.
- 26) Rand WM, Pellett PL, Young VR. Meta-analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in healthy adults. *Am J Clin Nutr* 2003; **77**: 109-27.
- 27) Fomon SJ, Haschke F, Ziegler EE, *et al.* Body composition of reference children from birth to age 10 years. *Am J Clin Nutr* 1982; **35** (5 Suppl): 1169-75.
- 28) Butte NF, Hopkinson JM, Wong WW, *et al.* Body composition during the first 2 years of life: an updated reference. *Pediatr Res* 2000; **47**: 578-85.
- 29) Ellis KJ, Shypailo RJ, Abrams SA, *et al.* The reference child and adolescent models of body composition. A contemporary comparison. *Ann N Y Acad Sci* 2000; **904**: 374-82.

- 30) King JC, Calloway DH, Margen S. Nitrogen retention, total body 40 K and weight gain in teenage pregnant girls. *J Nutr* 1973; **103**: 772-85.
- 31) Pipe NG, Smith T, Halliday D, *et al.* Changes in fat, fat-free mass and body water in human normal pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol* 1979; **86**: 929-40.
- 32) Forsum E, Sadurskis A, Wager J. Resting metabolic rate and body composition of healthy Swedish women during pregnancy. *Am J Clin Nutr* 1988; **47**: 942-7.
- 33) Butte NF, Ellis KJ, Wong WW, *et al.* Composition of gestational weight gain impacts maternal fat retention and infant birth weight. *Am J Obstet Gynecol* 2003; **189**: 1423-32.
- 34) Takimoto H, Sugiyama T, Fukuoka H, *et al.* Maternal weight gain ranges for optimal fetal growth in Japanese women. *Int J Gynaecol Obstet* 2006; **92**: 272-8.
- 35) Allen JC, Keller RP, Archer P, *et al.* Studies in human lactation: milk composition and daily secretion rates of macronutrients in the first year of lactation. *Am J Clin Nutr* 1991; **54**: 69-80.
- 36) 米山京子. 母乳栄養児の発育と母乳からの栄養素摂取量. *小児保健研究* 1998; **57**: 49-57.
- 37) 山本良郎, 米久保明得, 飯田耕司, 他. 日本人の母乳組成に関する研究 (第1報) - 一般組成ならびにミネラル組成について -. *小児保健研究* 1981; **40**: 468-75.
- 38) 井戸田正, 桜井稔夫, 石山由美子, 他. 最近の日本人乳組成に関する全国調査 (第一報) - 一般成分およびミネラル成分について -. *日本小児栄養消化器病学会雑誌* 1991; **5**: 145-58.
- 39) 米山京子, 後藤いずみ, 永田久紀. 母乳の栄養成分の授乳月数に伴う変動. *日本公衛誌* 1995; **42**: 472-81.
- 40) 磯村晴彦. 母乳成分の分析 - 最近の日本人の母乳分析に関して -. *産婦人科の実際* 2007; **56**: 305-13.
- 41) Dewey KG, Lonnerdal B. Milk and nutrient intake of breast-fed infants from 1 to 6 months: relation to growth and fatness. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1983; **2**: 497-506.
- 42) Butte NF, Garza C, Smith EO, *et al.* Human milk intake and growth in exclusively breast-fed infants. *J Pediatr* 1984; **104**: 187-95.
- 43) Nommsen LA, Lovelady CA, Heinig MJ, *et al.* Determinants of energy, protein, lipid, and lactose concentrations in human milk during the first 12 mo of lactation: the DARLING Study. *Am J Clin Nutr* 1991; **53**: 457-65.
- 44) 高井俊夫, 久原良躬, 合瀬徹, 他. 母乳ならびに粉乳を ad libitum に与えた場合の観察 (第2報). *日本小児科学会雑誌* 1968; **72**: 1583-84.
- 45) 北村キヨミ, 落合富美江, 清水嘉子, 他. 母乳中の主要成分濃度の逐次的変化. *母性衛生* 2002; **43**: 493-9.
- 46) 鈴木久美子, 佐々木晶子, 新澤佳代, 他. 離乳前乳児の哺乳量に関する研究. *栄養学雑誌* 2004; **62**: 369-72.
- 47) 廣瀬潤子, 遠藤美佳, 柴田克己, 他. 日本人母乳栄養児 (0~5 ヶ月) の哺乳量. *日本母乳哺育学会雑誌* 2008; **2**: 23-8.
- 48) 中埜拓, 加藤健, 小林直道, 他. 乳幼児の食生活に関する全国実態調査 - 離乳食および乳汁からの栄養素等の摂取状況について -. *小児保健研究* 2003; **62**: 630-9.
- 49) 外間登美子, 安里葉子, 仲里幸子. 沖縄県中城村における離乳食の鉄の摂取状況 第2報 離乳食後期の栄養調査成績. *小児保健研究* 1998; **57**: 45-8.

- 50) Van Elswyk ME, Weatherford CA, McNeill SH. A Systematic Review of Renal Health in Healthy Individuals Associated with Protein Intake above the US Recommended Daily Allowance in Randomized Controlled Trials and Observational Studies. *Adv Nutr* 2018; **9**: 404-18.
- 51) Devries MC, Sithamparapillai A, Brimble KS, *et al.* Changes in kidney function do not differ between healthy adults consuming higher- compared with lower- or normal-protein diets: A systematic review and meta-analysis. *J Nutr* 2018; **148**: 1760-75.
- 52) Coelho-Junior 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**: E1334.
- 53) Lorenzo-Lopez L, Maseda A, de Labra C, *et al.* Nutritional determinants of frailty in older adults: A systematic review. *BMC Geriatr* 2017; **17**: 108.
- 54) Beasley JM, LaCroix AZ, Neuhaus ML, *et al.* Protein intake and incident frailty in the Women's Health Initiative observational study. *J Am Geriatr Soc* 2010; **58**: 1063-71.
- 55) 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**: 164-73.
- 56) Moore DR, Churchward-Venne TA, Witard O, *et al.*, Tipton KD, Phillips SM. Protein ingestion to stimulate myofibrillar protein synthesis requires greater relative protein intakes in healthy older versus younger men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2015; **70**: 57-62.
- 57) Franzke B, Neubauer O, Cameron-Smith D, *et al.* Dietary Protein, Muscle and Physical Function in the Very Old. *Nutrients* 2018; **10**: E935.
- 58) Shad BJ, Thompson JL, Breen L. Does the muscle protein synthetic response to exercise and amino acid-based nutrition diminish with advancing age? A systematic review. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2016; **311**: E803-17.
- 59) Bauer J, Biolo G, Cederholm T, *et al.* Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. *J Am Med Dir Assoc* 2013; **14**: 542-59.
- 60) Deutz NE, 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**: 829-36.
- 61) Rizzoli R, Stevenson JC, Bauer JM, *et al.*; ESCEO Task Force. The role of dietary protein and vitamin D in maintaining musculoskeletal health in postmenopausal women: a consensus statement from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO). *Maturitas* 2014; **79**: 122-32.
- 62) Morley JE, Argiles JM, Evans WJ, *et al.*; Society for Sarcopenia, Cachexia, and Wasting Disease. Nutritional recommendations for the management of sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 2010; **11**: 391-6.

- 63) Coelho-Junior HJ, Milano-Teixeira L, Rodrigues B, *et al.* Relative protein intake and physical function in older adults: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Nutrients* 2018; **10**: E1330.
- 64) Ten Haaf DSM, Nuijten MAH, Maessen MFH, *et al.* Effects of protein supplementation on lean body mass, muscle strength, and physical performance in nonfrail community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2018; **108**: 1043-59.
- 65) Cheng H, Kong J, Underwood C, *et al.* Systematic review and meta-analysis of the effect of protein and amino acid supplements in older adults with acute or chronic conditions. *Br J Nutr* 2018; **119**: 527-42.
- 66) Sandoval-Insausti H, Perez-Tasigchana RF, Lopez-Garcia E, *et al.* Macronutrients intake and incident frailty in older adults: A prospective cohort study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2016; **71**: 1329-34.
- 67) Yamaguchi M, Yamada Y, Nanri H, *et al.*; Kyoto-Kameoka Study Group. Association between the frequency of protein-rich food intakes and Kihon-Checklist Frailty Indices in older Japanese adults: The Kyoto-Kameoka study. *Nutrients* 2018; **10**: E84.
- 68) Zhang XW, Yang Z, Li M, *et al.* Association between dietary protein intake and risk of stroke: A meta-analysis of prospective studies. *Int J Cardiol* 2016; **223**: 548-51.
- 69) Shang X, Scott D, Hodge AM, *et al.* Dietary protein intake and risk of type 2 diabetes: results from the Melbourne Collaborative Cohort Study and a meta-analysis of prospective studies. *Am J Clin Nutr* 2016; **104**: 1352-65.
- 70) Tielemans SM, Altorf-van der Kuil W, Engberink MF, *et al.* Intake of total protein, plant protein and animal protein in relation to blood pressure: a meta-analysis of observational and intervention studies. *J Hum Hypertens* 2013; **27**: 564-71.
- 71) Wu AM, Sun XL, Lv QB, *et al.* The relationship between dietary protein consumption and risk of fracture: a subgroup and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Sci Rep* 2015; **5**: 9151.
- 72) Wallace TC, Frankenfeld CL. Dietary Protein Intake above the Current RDA and Bone Health: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Coll Nutr* 2017; **36**: 481-96.
- 73) Pedersen AN, Kondrup J, Borsheim E. Health effects of protein intake in healthy adults: a systematic literature review. *Food Nutr Res* 2013; **57**: 21245.
- 74) Walrand S, Short KR, Bigelow ML, *et al.* Functional impact of high protein intake on healthy elderly people. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2008; **295**: E921-8.
- 75) Liao CD, Lee PH, Hsiao DJ, *et al.* Effects of protein supplementation combined with exercise intervention on frailty indices, body composition, and physical function in frail older adults. *Nutrients* 2018; **10**: E1916.
- 76) 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**: 1026-33.
- 77) Hahn D, Hodson EM, Fouque D. Low protein diets for non-diabetic adults with chronic kidney disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2018; **10**: CD001892.

- 78) Yan B, Su X, Xu B, *et al.* Effect of diet protein restriction on progression of chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2018; **13**: e0206134.
- 79) Rhee CM, Ahmadi SF, Kovesdy CP, *et al.* Low-protein diet for conservative management of chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2018; **9**: 235-45.
- 80) Pencharz PB, Ball RO. Different approaches to define individual amino acid requirements. *Ann Rev Nutr* 2003; **23**: 101-16.
- 81) FAO. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. FAO Food and Nutrition Paper 92 2011.

たんぱく質の食事摂取基準

(推定平均必要量、推奨量、目安量：g/日、目標量：% エネルギー)

性別	男性				女性			
	推定平均必要量	推奨量	目安量	目標量 ¹	推定平均必要量	推奨量	目安量	目標量 ¹
0～5 (月)	—	—	10	—	—	—	10	—
6～8 (月)	—	—	15	—	—	—	15	—
9～11 (月)	—	—	25	—	—	—	25	—
1～2 (歳)	15	20	—	13～20	15	20	—	13～20
3～5 (歳)	20	25	—	13～20	20	25	—	13～20
6～7 (歳)	25	30	—	13～20	25	30	—	13～20
8～9 (歳)	30	40	—	13～20	30	40	—	13～20
10～11 (歳)	40	45	—	13～20	40	50	—	13～20
12～14 (歳)	50	60	—	13～20	45	55	—	13～20
15～17 (歳)	50	65	—	13～20	45	55	—	13～20
18～29 (歳)	50	65	—	13～20	40	50	—	13～20
30～49 (歳)	50	65	—	13～20	40	50	—	13～20
50～64 (歳)	50	65	—	14～20	40	50	—	14～20
65～74 (歳) ²	50	60	—	15～20	40	50	—	15～20
75以上 (歳) ²	50	60	—	15～20	40	50	—	15～20
妊婦 (付加量)	/							
初期					+0	+0	—	— ³
中期					+5	+5	—	— ³
後期					+20	+25	—	— ⁴
授乳婦 (付加量)	/				+15	+20	—	— ⁴

¹ 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。

² 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。

³ 妊婦（初期・中期）の目標量は、13～20% エネルギーとした。

⁴ 妊婦（後期）及び授乳婦の目標量は、15～20% エネルギーとした。