

講演 2

たんぱく質の食事摂取基準と最新情報

木戸 康博（京都府立大学大学院生命環境科学研究科 教授）

1. 基本的事項

たんぱく質は生命の維持に最も基本的な物質であり、組織を構築するとともに、様々な機能を果たしている。たんぱく質欠乏症として、たんぱく質・エネルギー栄養失調が知られている。たんぱく質の欠乏や不足を回避する指標として推定平均必要量、推奨量、目安量が策定されている。たんぱく質の耐容上限量は、たんぱく質の摂取過剰による健康障害との関係を根拠に策定されなければならない。しかし現時点では、耐容上限量を策定しうる十分な根拠が見当たらないので、策定されていない。たんぱく質の目標量は、たんぱく質摂取量と生活習慣病との関係を根拠に策定されなければならない。しかし現時点では、たんぱく質の目標量を策定しうる十分な根拠が見当たらないので、策定されていない。

2. たんぱく質必要量に影響を及ぼす要因

たんぱく質利用効率は、たんぱく質、アミノ酸、総窒素の摂取量により変化する。また、窒素化合物以外の栄養素の摂取量によりたんぱく質代謝は影響を受ける。

2-1. エネルギー摂取量

たんぱく質利用効率はたんぱく質、アミノ酸、総窒素の摂取量により変化する。また、窒素化合物以外の栄養素の摂取量によりたんぱく質代謝は影響を受ける。エネルギー摂取量のたんぱく質代謝に対する効果は、エネルギーのたん

ばく質節約作用として古くから知られている。エネルギー不足はたんぱく質利用効率を低下させ、逆にエネルギー摂取が増すと窒素出納は改善される。これにはインスリン分泌の増加によるたんぱく質合成の促進、分解の抑制が寄与している。また、成人を対象とした窒素出納に関する報告では、エネルギー摂取量と窒素出納の間に有意な正相関が認められている。たんぱく質必要量に関する実験では、エネルギー平衡状態で測定されなければならない。

2-2. 身体活動・運動

一般に、運動時には発汗による経皮窒素損失量が増大し、アミノ酸の異化亢進、体たんぱく質の合成低下と分解上昇がみられる。しかし、運動終了時以降に、体たんぱく質の合成が分解を上回るようになり、損失を取り戻すことが多い。また、軽度ないし中等度の運動(200~400 kcal/日)を行った場合には、たんぱく質必要量は増加しないことが報告されている。このように、エネルギー供給が十分ならば「健康づくりのための運動指針 2006」で示されている運動では、たんぱく質必要量は増加しない場合が多い。

2-3. 休養・ストレス

日常のストレスに関しては、48 時間の断眠や大学生の期末テスト時の窒素出納試験の報告しか見あたらず、窒素出納に及ぼす軽度のストレスの定量的な影響は明らかではない。また、日常のストレスは窒素出納実験の被験者にも作用しており、その影響は窒素平衡維持量の中にすでに含まれていることから、ストレスに対する安全率は見込まないこととされている。

2-4. 喫煙・飲酒

喫煙は細胞にフリーラジカル障害を与え、飲酒は直接的、間接的に代謝に影響

響を与える。しかし、喫煙や飲酒とたんぱく質必要量との定量的関係は明らかではない。

3. たんぱく質の推定平均必要量の考え方

成人のたんぱく質必要量は、体外に失われる窒素量を補い、体たんぱく質量を維持するための食事たんぱく質の最低摂取量である。成長期および妊娠・授乳時にはその上に、必要な体たんぱく質を蓄積し、乳汁分泌をまかなうことができる量のたんぱく質を摂取する必要がある。体たんぱく質は合成と分解を繰り返しており、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に合成されて体外に失われる。従って、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。

3-1. 乳児（0～11 ヶ月）

乳児の場合、たんぱく質必要量は、成人のように窒素出納法で決められないので、健康な乳児が摂取する母乳や離乳食などに含有されるたんぱく質量から算定され、目安量として策定されている。

3-2. 成長期（1～17 歳）

1～17 歳の幼児、児童および青少年の推定平均必要量は、たんぱく質維持必要量と成長に伴い蓄積されるたんぱく質蓄積量から要因加算法によって算出されている。ただし、利用効率は体重維持の場合のたんぱく質利用効率である。

推定平均必要量(g/kg 体重/日) = 維持必要量 ÷ 利用効率 + 蓄積量 ÷ 蓄積効率

ここで、維持必要量には、成長期の幼児、児童および青少年を被験者として行われた窒素出納試験成績によって得られている値の平均値である 0.67 g 体重/kg/日（107 mg 窒素/kg 体重/日）が採用されている。また、幼児、児童および

青少年期といった発育過程によって維持必要量が異なるという証拠が見当たらないので、この値を成長期すべての年齢にわたって用いている。

蓄積量は、成長に伴うたんぱく質の蓄積量として、成長期の各年齢における基準体重の増加量と基準体重に対する体たんぱく質の割合から算出されている。

利用効率には、9～14 か月齢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%、蓄積効率が 40%）を用いている。なお、蓄積効率は成長期を通して 40%とみなし、体重維持の場合の利用効率は、成長に伴い成人の値（90%）に近づくと考えて策定されている。

3-3. 成人（18～69 歳）

窒素出納実験により測定された良質たんぱく質の窒素平衡維持量を基に、それを日常食混合たんぱく質の消化率で補正して推定平均必要量を算定し、その上に個人差変動を加えて推奨量を算定した。日常食混合たんぱく質の質については、国民栄養調査成績の食品群別たんぱく質摂取量とそれぞれのたんぱく質のアミノ酸組成からアミノ酸摂取量を算出し、アミノ酸スコアを求めると、1973 年 FAO/WHO アミノ酸評点パターン、1985 年 FAO/WHO/UNU アミノ酸評点パターン、2007 年 WHO/FAO/UNU 評点パターンのいずれを基準に用いても 100 を越えている。したがって質の補正は必要ない。

良質たんぱく質の窒素平衡維持量を検討した 17 の研究の値を平均すると 0.65 g/kg 体重/日（104 mg 窒素/kg/日）となる。この値をもって窒素平衡維持量としている。

3-4. 高齢者（70 歳以上）

健康な高齢者が通常の食事を摂取している条件下で観察された窒素出納維持値の平均値を推定平均必要量とみなしている。すなわち、高齢者のたんぱく質

の推定平均必要量について検討した報告のうち、被験者個々の窒素出納結果が記載されていた5研究の60人の被験者の窒素出納144データを用いた pooled-analysis を行い、得られた平均値 0.85 g/kg 体重/日 (136 mg 窒素/kg 体重/日) を推定平均必要量としている。

なお、施設入居者や在宅ケア対象の高齢者では、低栄養状態にあり負の窒素出納を示す人が少なくない。身体活動量が低下すると骨格筋のたんぱく質代謝が低下し、たんぱく質の推定平均必要量は大きくなる。また、エネルギー摂取量が低い場合にもたんぱく質の推定平均必要量は大きくなるので、そのような対象については、健康人とは別にたんぱく質補給量を考慮する必要がある。

4. 指標アミノ酸酸化法によるたんぱく質必要量の推定

1日の総窒素必要量は、不可欠アミノ酸の適切な摂取レベルとバランス、それに α -アミノ窒素源となる十分な可欠アミノ酸を供給することを満たすものである。2007年にHumayunら (Am Clin Nutr 86: 995-1002、2007)は、IAAO法を用いて成人のたんぱく質必要量を再評価している。彼らによると成人男子のたんぱく質必要量は、0.93 g/kg BW/日であった。我々も、IAAO法を用いてラットのたんぱく質必要量を評価した。その結果、ラットのカゼインたんぱく質の必要量は13.2 g/kg BW/dayであると推定した。

以上のように、IAAO法はアミノ酸必要量だけでなく、たんぱく質必要量にも利用できる方法であると考えられる。

4-1. 指標アミノ酸酸化法の利点

1) トレーサーは試験アミノ酸とは別なので、栄養学的にかなりの量のトレーサーを与えても問題がないことである。指標アミノ酸の摂取量は一定に保たれているので、試験アミノ酸よりも指標アミノ酸のほうが濃度の変化が小さい。

2) 出納試験を必要とせず，異なる摂取レベルに対して事前に実験食に適応させる必要がないことである。習慣的な食生活の条件でアミノ酸必要量を求めることが可能である。個々人に見合ったアミノ酸必要量が算出でき，体調や生活スタイルが変化すれば，その都度，最適な必要量を算出することができる。またIAAO法は，成人だけでなく成長期から高齢者まで同じ方法でアミノ酸必要量を再評価できると考えられる。

3) アミノ酸酸化測定の精度や正確さについて高いレベルが要求されないことである。屈曲点は，試験アミノ酸摂取量が十分であることの操作上の指標であり，それは指標物質の酸化率が正確に測定されているか否かに依存しない。