

食品衛生学

薬剤師国家試験対策参考書

講義テキスト

担当講師

波部 賢志

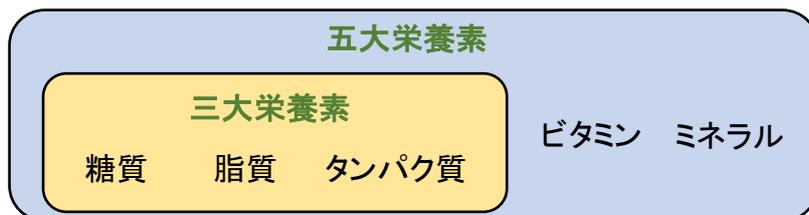


I. 栄養



1 五大栄養素

五大栄養素は、食物に含まれる人間の身体に必要な成分であり、糖質、脂質、タンパク質、ビタミン、ミネラルに分類される。五大栄養素の中で、基礎代謝と身体活動に必要なエネルギー源になる成分として糖質、脂質、タンパク質があり、それらを三大栄養素という。



2 エネルギー代謝

1) Atwater 係数

Atwater 係数とは糖質、脂質、タンパク質の熱量を物理的燃焼値、消化吸収率及び未利用エネルギーをもとに設定された値である。Atwater 係数を用いることで摂取した糖質、脂質、タンパク質よりどれだけのエネルギーが得られるか算出することが可能である。

	糖質	脂質	タンパク質
物理的燃焼値 (kcal/g)	4.1	9.45	5.65
消化管吸収率 (%)	98	95	92
未利用エネルギー (kcal/g)	—	—	1.25
Atwater 係数 (kcal/g)	4.0	9.0	4.0

2) 呼吸商

呼吸商とは生体内で栄養素が分解されてエネルギーに変換する際の酸素消費量に対する二酸化炭素排出量の体積比（モル比）である。

$$\text{呼吸商} = \frac{\text{CO}_2 \text{ 排出量}}{\text{O}_2 \text{ 消費量}}$$

	糖質	脂質	タンパク質
酸素消費量 (L/g)	0.75	2.03	0.95
二酸化炭素排出量 (L/g)	0.75	1.43	0.76
呼吸商	1.0	0.71	0.80

3) タンパク質中の窒素量

タンパク質中の平均窒素量は約 16%のため、尿中の窒素量に窒素係数 (6.25) を乗じることにより、体内で燃焼したタンパク質量を推定することができる。

$$\text{体内で燃焼したタンパク質量} = \text{尿中窒素量} \times \text{窒素係数 (6.25)}$$

4) 非タンパク質呼吸商

非タンパク質呼吸商 (NPRQ: タンパク質燃焼によるエネルギー産生を差し引いた呼吸商) より脂質と糖質の燃焼割合が推定できる。

$$\text{NPRQ} = \frac{\text{全 CO}_2 \text{発生量} - \text{タンパク質の燃焼による CO}_2 \text{発生量}}{\text{全 O}_2 \text{消費量} - \text{タンパク質の燃焼による O}_2 \text{消費量}}$$

5) 基礎代謝量と基礎代謝基準値

基礎代謝量 (基礎エネルギー消費量) とは生命維持に必要な最低限のエネルギー消費量である。男女とも 10 代で最大 (男性では 15~17 歳、女性では 12~14 歳) となり、快適な室内において安静仰臥位・覚醒状態で測定する。

基礎代謝基準値は体重 1 kg 当たりの基礎代謝量であり、1~2 歳で最大となる。

$$\text{基礎代謝量 (kcal/日)} = \text{基礎代謝基準値 (kcal/kg/日)} \times \text{体重}$$

6) 食事誘発性熱産生

食事誘発性熱産生とは、食事摂取後に代謝が亢進する現象のことである。食後 1 時間後に最大となり、タンパク質の代謝の増加率が最も高い。

7) 安静時エネルギー消費量 (安静時代謝量)

安静時エネルギー消費量とは、座位で安静にしている状態で消費されるエネルギー量のことである。

8) 推定エネルギー必要量

推定エネルギー必要量とは 1 日に必要なエネルギーの推定値である。

成人の推定エネルギー必要量は、基礎代謝量に身体活動レベルを乗じて求められる。

$$\text{推定エネルギー必要量} = \text{基礎代謝量 (kcal/日)} \times \text{身体活動レベル}$$

3 タンパク質の栄養評価

1) 生物学的評価法

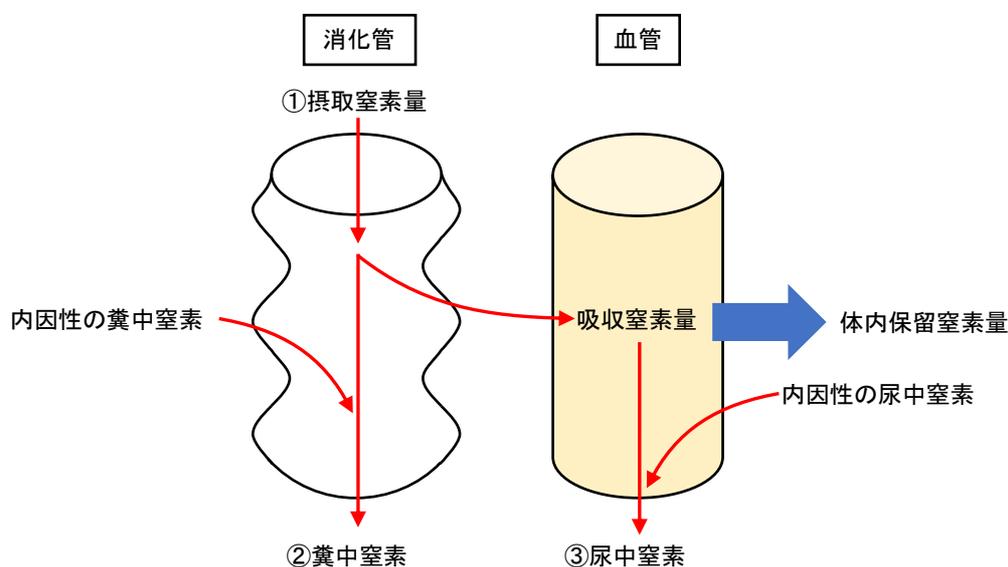
タンパク質の生物学的評価の指標として、生物価と正味タンパク質利用率がある。

$$\text{生物価} = \frac{\text{体内保留窒素量}}{\text{吸収窒素量}} \times 100$$

$$\text{正味タンパク質利用率} = \frac{\text{体内保留窒素量}}{\text{摂取窒素量}} \times 100 = \text{生物価} \times \text{消化管吸収率}$$

吸収窒素量 = ① - (② - 無タンパク質食摂取時の糞中窒素量)

体内保留窒素量 = 吸収窒素量 - (③ - 無タンパク質食摂取時の尿中窒素量)



※生物価が高いほど、正味タンパク質利用率も高いわけではない。

例) ある食品中のタンパク質の生物価と正味タンパク質利用率を求めるために、無タンパク質食で一定期間飼育したラットに被検食品を与えたところ、次の結果を得た。被検食品の生物価と正味タンパク質利用率はいくらか。

被検食品を介した窒素摂取量 = 400 mg

被検食品摂取時の糞中窒素量 = 110 mg

無タンパク質食摂取時の糞中窒素量 = 10 mg

被検食品摂取時の尿中窒素量 = 35 mg

無タンパク質食摂取時の尿中窒素量 = 5 mg

2) 化学的評価法

タンパク質の化学的評価の指標として、アミノ酸価（アミノ酸スコア）がある。

アミノ酸評点パターン（基準となる必須アミノ酸含量パターン）と食品中の必須アミノ酸を比較することによりタンパク質の栄養価を評価する。

$$\text{アミノ酸価} = \frac{\text{食品中の第一制限アミノ酸の量}}{\text{基準となるアミノ酸パターンでの当該アミノ酸量}} \times 100$$

・食品中の必須アミノ酸の中で、基準アミノ酸パターンと比べ、基準に達しないものを制限アミノ酸といい、その中でも最も不足しているものを第一制限アミノ酸という。アミノ酸スコアは、第一制限アミノ酸によって決定される。

例) ある食品の必須アミノ酸含量とアミノ酸評点パターン

	アミノ酸評点パターン(mg/N g)	必須アミノ酸含量(mg/N g)
イソロイシン	250	310
ロイシン	440	620
リジン (リシン)	340	180
メチオニン +シスチン	220	330
フェニルアラニン +チロシン	380	720
トレオニン	250	200
トリプトファン	60	98
バリン	310	370

3) 窒素平衡

窒素平衡とは、一定期間内に摂取された窒素量と体外へ排出された窒素量の関係であり、健常成人の場合、窒素平衡はほぼゼロに維持される。成長期の子供や妊婦では、体タンパク質の蓄積が亢進しており、体内の窒素平衡は正になる。タンパク質・エネルギー低栄養状態が長期に続くと、体内の窒素平衡は負となる。

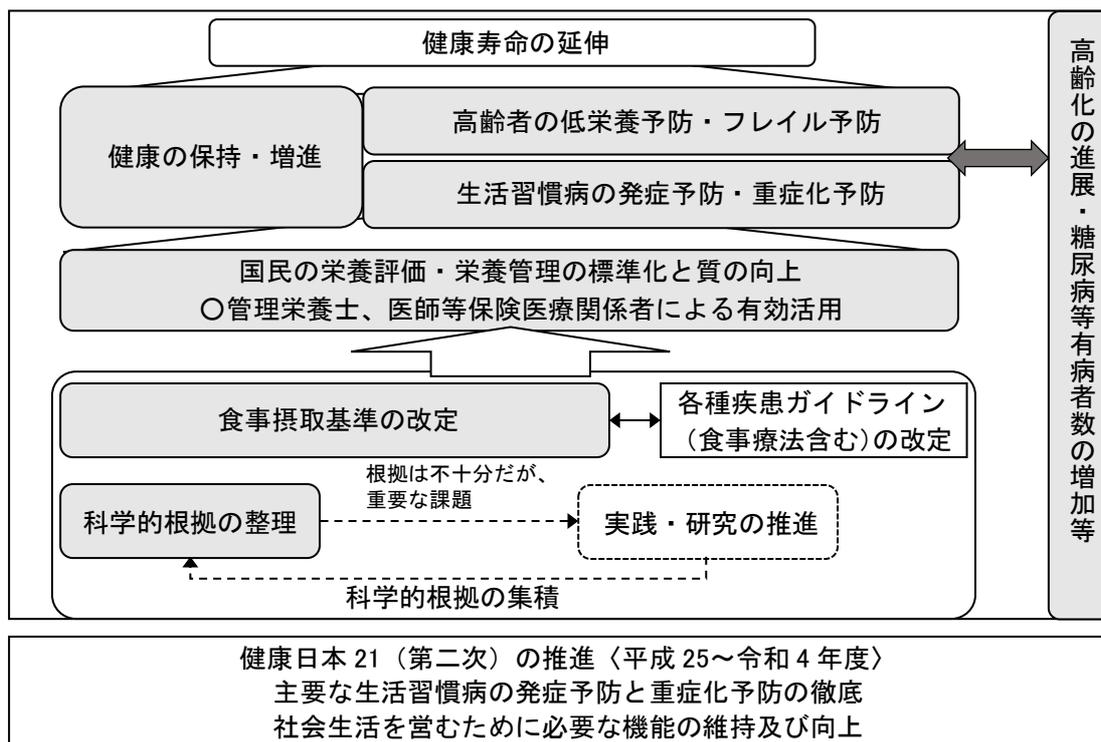
4 食事摂取基準

1) 日本人の食事摂取基準（2020年版）

食事摂取基準は、健康な個人または集団を対象として、国民の健康の維持・増進、生活習慣病の予防のために参照するエネルギー及び栄養素の摂取量の基準を示すものである。

日本人の食事摂取基準（2020年版）は、健康日本21（第二次）の方針を基に、生活習慣病の発症予防・重症化予防に加え、高齢者の低栄養予防・フレイル[※]予防も視野に入れて策定を行うこととなった。
 ※ 健常状態と要介護状態の中間的な段階

・日本人の食事摂取基準（2020年版）策定の方向性



厚生労働省：「日本人の食事摂取基準（2020年版）」

2) 指標の概念

(1) エネルギーの指標

エネルギーの摂取量と消費量のバランスを確認するための指標として、BMI が用いられている。

・目標とする BMI の範囲

年齢	目標とする BMI(kg/m ²)
18～49 歳	18.5～24.9
50～64 歳	20.0～24.9
65～74 歳	21.5～24.9
75 歳以上	21.5～24.9

厚生労働省：「日本人の食事摂取基準（2020年版）」

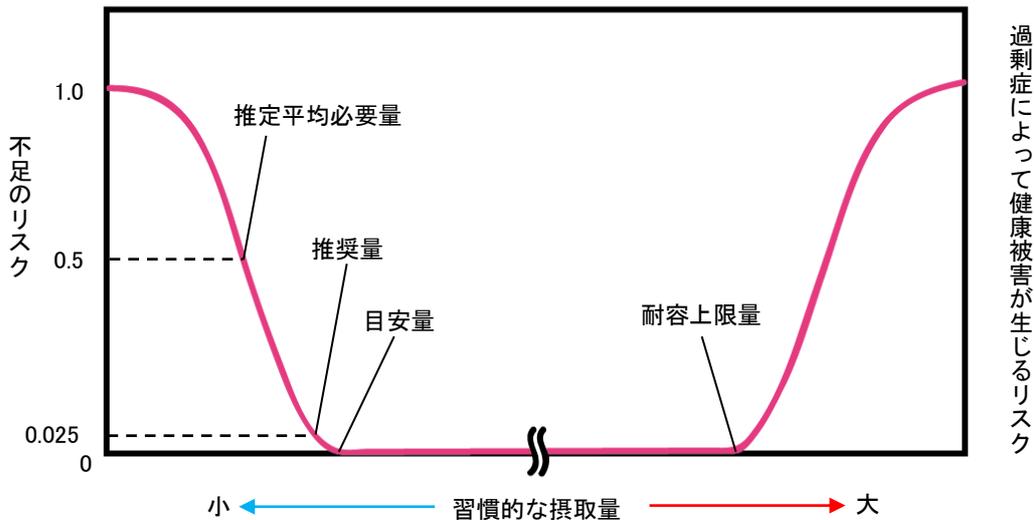
(2) 栄養素の指標

栄養素の指標は、3つの目的からなる5つの指標で構成する。

目的	指標
摂取不足の回避	推定平均必要量、推奨量 * これらを推定できない場合の代替指標：目安量
過剰摂取による健康障害の回避	耐受上限量
生活習慣病の発症予防	目標量

厚生労働省：「日本人の食事摂取基準（2020年版）」

・食事摂取基準の各指標を理解するための概念



厚生労働省：「日本人の食事摂取基準（2020年版）」をもとに作成

推定平均 必要量	日本人のある集団において測定された栄養素の必要量の平均値 当該集団に属する50%の者が必要量を満たすと推定される1日の摂取量
推奨量	日本人のある集団において、その集団に属するほとんどの者(97~98%)が充足している量 推奨量は、以下の式で算出される。 推奨量 = 推定平均必要量 × (1 + 2 × 変動係数) = 推定平均必要量 × 推奨量算定係数
目安量	特定の集団における、ある一定の栄養状態を維持するのに十分な量 (特定の集団において不足状態を示す人がほとんど観察されない量)
耐受上限量	健康被害をもたらすリスクがないとみなされる習慣的な摂取量の上限を与える量
目標量	生活習慣病の予防を目的として、設定された量 (目標量は、ここに示す概念や方法とは異なる性質のものであるため、図示できない)

・食事摂取基準を策定した栄養素と指標

栄養素		推定平均必要量	推奨量	目安量	耐受上限量	目標量	
たんぱく質		○	○	—	—	○	
脂質	脂質	—	—	—	—	○	
	飽和脂肪酸	—	—	—	—	○	
	n-6系脂肪酸	—	—	○	—	—	
	n-3系脂肪酸	—	—	○	—	—	
	コレステロール	—	—	—	—	—	
炭水化物	炭水化物	—	—	—	—	○	
	食物繊維	—	—	—	—	○	
	糖類	—	—	—	—	—	
主要栄養素バランス		—	—	—	—	○	
ビタミン	脂溶性	ビタミンA	○	○	—	○	—
		ビタミンD	—	—	○	○	—
		ビタミンE	—	—	○	○	—
		ビタミンK	—	—	○	—	—
	水溶性	ビタミンB ₁	○	○	—	—	—
		ビタミンB ₂	○	○	—	—	—
		ナイアシン	○	○	—	○	—
		ビタミンB ₆	○	○	—	○	—
		ビタミンB ₁₂	○	○	—	—	—
		葉酸	○	○	—	○	—
		パントテン酸	—	—	○	—	—
		ビオチン	—	—	○	—	—
		ビタミンC	○	○	—	—	—
ミネラル	多量	ナトリウム	○	—	—	—	○
		カリウム	—	—	○	—	○
		カルシウム	○	○	—	○	—
		マグネシウム	○	○	—	○	—
		リン	—	—	○	○	—
	少量	鉄	○	○	—	○	—
		亜鉛	○	○	—	○	—
		銅	○	○	—	○	—
		マンガン	—	—	○	○	—
		ヨウ素	○	○	—	○	—
		セレン	○	○	—	○	—
		クロム	—	—	○	○	—
		モリブデン	○	○	—	○	—

厚生労働省：「日本人の食事摂取基準（2020年版）」をもとに作成

3) 食事摂取基準と摂取状況

栄養素	食事摂取基準（値は全て18歳以上）及び摂取状況
糖質 (炭水化物)	目標量…総エネルギーに占める割合 50～65% 摂取率は年々減少していたが、近年は横ばい
脂質	目標量…総エネルギーに占める割合 20～30% 摂取率は年々増加していたが、近年は横ばい 日本人は、n-3系不飽和脂肪酸に比べて、n-6系不飽和脂肪酸の摂取量が多い 飽和脂肪酸の目標量は7以下であり、目標量を上回っている
タンパク質	目標量…総エネルギーに占める割合の13～20%（18～49歳） 摂取率は年々増加していたが、近年は横ばい傾向
カルシウム	推奨量…男性：700～800 mg/日、女性：600～650 mg/日 年々増加しているが、推奨量を下回っている
鉄	推奨量…男性：7.0～7.5 mg/日、女性：10.5～11.0 mg/日（月経あり） 成人女性で推奨量（月経あり）を下回っている
食塩 (Na×2.54)	目標量…男性：7.5 g/日未満、女性：6.5 g/日未満 男女ともに目標量を上回っている 食塩の過剰摂取が高血圧、癌などの原因
カリウム	高血圧予防を積極的に進める観点から目標量が設定されている 目標量…男性：3,000 mg/日以上、女性：2,600 mg/日以上

・摂取量の年次推移（1人1日あたり）

栄養素	1955年	1965年	1975年	1985年	1995年	2005年	2015年	2019年
炭水化物(g)	411	384	337	298	280	267	258	248
タンパク質(g)	69.7	71.3	80.0	79.0	81.5	71.1	69.1	71.4
脂質(g)	20.3	36.0	52.0	56.9	59.9	53.9	57.0	61.3
カルシウム(mg)	338	465	550	553	585	539	517	505
鉄(mg)	14		13.4	10.8	11.8	8.0	7.6	7.6
食塩(g)	—	—	13.5	12.1	13.2	11.0	9.7	9.7

厚生労働省：「国民健康・栄養調査」をもとに作成

【日本人の食事摂取基準（2020年版）改定のポイント】

- ・飽和脂肪酸、カリウムについて、小児の目標量を新たに設定。
- ・ナトリウム（食塩相当量）について、高血圧及び慢性腎臓病の重症化予防を目的とした量として6 g/日未満（成人）と設定
- ・コレステロールについて、脂質異常症の重症化予防を目的として200 mg/日未満に留めることが望ましいと記載（目標量は設定されていない）