

ヴィジュアル  
**Visual**

**栄養学**  
**テキスト**

監修

津田謹輔 京都大学名誉教授 / 前帝塚山学院大学学長

伏木 亨 甲子園大学学長・栄養学部教授

本田佳子 女子栄養大学名誉教授

編集

鈴木拓史

# 基礎栄養学



中山書店

## 刊行にあたって

近年、栄養学はますますその重要性を増しています。わが国は少子化と同時に超高齢社会を迎えています。健康で寿命をまっとうするには毎日の食事をおろそかにはできません。わたしたちの物質としての体は、おおよそ7年で細胞が総入れ替えになるといわれています。毎日食べているもので入れ替わっていくのです。まさに“You are what you eat.”なのです。このような営みが、生まれた時から生涯を終えるまで続きます。

胎児の栄養状態は、成人になってからの健康や疾病に大きな影響をもたらす一すなわちDOHaD（ドーハッド：Developmental Origin of Health and Diseases）という考え方が、最近注目されています。学童期には心身の健全な発達のため、また将来の生活習慣病予防のために、「食育」という栄養教育が始まっています。青年期から中年期にかけての生活リズムは、たとえば50年前と今とでは大きく変化しており、生活リズムの変化が栄養面に及ぼす影響は、近年の「時間栄養学」の進歩によって明らかにされつつあります。高齢者では、たんぱく質・エネルギー不足が注目されており、身体活動低下とともに、サルコペニアやフレイルが問題となっています。このように栄養は、ヒトの一生を通じて大変に大切なものなのです。

このような時期にふさわしい栄養学の教科書として、このたび「Visual栄養学テキスト」シリーズを刊行いたします。栄養士・管理栄養士養成校の授業で使えるわかりやすい教科書ですが、単なる受験書ではなく、栄養学の面白さや魅力が伝わるようなテキストをめざしています。また、単なる知識ではなく、現場で役立つ観点を盛り込んだものにしたいと願っています。

そのほかに、本シリーズの特徴として、次のようなものがあります。

- ① 新しい管理栄養士養成カリキュラムと国家試験ガイドラインに沿った内容。
- ② 冒頭にシラバスを掲載し、授業の目的や流れ、学習内容を把握できる。
- ③ 各章（各項目）冒頭の「学習目標」「要点整理」で、重要ポイントを明示。
- ④ 文章は簡潔に短く、図表を多くしてビジュアルでわかりやすくする。
- ⑤ サイドノート欄の「豆知識」「用語解説」「MEMO」で、理解を深められる。
- ⑥ シリーズキャラクター「にゅーとり君」が本文中の重要ポイントをつぶやく。
- ⑦ 関係法規などの参考資料はネットに掲載し、ダウンロードできるようにする。

栄養士・管理栄養士の果たす役割は、今後もますます重要になっていくことでしょう。この新しいシリーズが、その育成に少しでも貢献できれば幸甚です。

2016年2月吉日

監修 津田謹輔・伏木 亨・本田佳子

監修 ————— 津田 謹輔 京都大学名誉教授  
伏木 亨 甲子園大学  
本田 佳子 女子栄養大学名誉教授

編集 ————— 鈴木 拓史 同志社女子大学生活科学部食物栄養科学科基礎栄養学研究室

執筆者(執筆順) — 三浦 進司 静岡県立大学食品栄養科学部栄養化学研究室  
岩崎 有作 京都府立大学大学院生命環境科学研究科応用生命科学専攻動物機能学研究室  
鈴木 拓史 同志社女子大学生活科学部食物栄養科学科基礎栄養学研究室  
倉貫 早智 神奈川県立保健福祉大学保健福祉学部栄養学科基礎栄養学研究室  
佐藤 友紀 静岡県立大学食品栄養科学部栄養化学研究室  
安田 純 東海大学健康学部健康マネジメント学科運動栄養学研究室  
飯澤 拓樹 ユーフォーリアスポーツ科学研究所/株式会社ユーフォーリア  
上番増 喬 徳島大学大学院医歯薬学研究部予防環境栄養学分野  
佐久間理英 福岡女子大学国際文理学部食・健康学科栄養学研究室  
坂井 敦子 Office SAKAI/斉藤内科クリニック  
坂井 孝 大阪国際大学短期大学部栄養学科  
小栗 靖生 京都大学大学院農学研究科食品生物科学専攻栄養化学分野  
田邊 宏基 名寄市立大学保健福祉学部栄養学科栄養化学研究室

# はじめに

この度、「Visual栄養学テキストシリーズ」に新しく「基礎栄養学」が加わりました。「基礎栄養学」という科目は、管理栄養士養成教育における専門基礎分野である「社会・環境と健康」、「人体の構造と機能及び疾病の成り立ち」、「食べ物と健康」に続いて学修する専門分野の科目として位置付けられています。専門分野では、「応用栄養学」、「臨床栄養学」、「公衆栄養学」など栄養学が付く科目が複数あります。それらを学修するための基盤となるのが「基礎栄養学」の知識です。これからみなさんが学修することになる専門科目は、一見すると別々の内容に感じますが、基礎栄養学の学修内容を核(コア)として、全ての科目が繋がっています。したがって、科目間の横の繋がりをイメージしながら「基礎栄養学」を学修するように心掛けてみてください。

「基礎栄養学」では、なぜ人は外界から栄養素を摂取しなければならないのか？ また、体の中に取り込まれた栄養素がどのように代謝されて生命現象を維持するためにはたらいっているのか？ を総合的に学ぶことができる科目です。食べ物にどのような栄養素や有用成分が含まれているかを知るとはとても重要なポイントとなりますが、体の中に取り込まれた栄養素の動きやはたらきをイメージでき、その知識を実践的に活用できる専門家は管理栄養士にほかなりません。ぜひ、学修したプロフェッショナルな知識を活用できる管理栄養士を目指してください。

「基礎栄養学」の学習内容は目に見えない世界での出来事です。したがって、目に見えない世界をイメージできるような解説が必要となります。その点、シンプルな説明と多種多様な図表が掲載されている本教科書は、頭の中での「ビジュアルイメージの構築」をサポートし、日々の学修効率を格段に高められるように工夫されています。さらに、各章をご執筆いただきました先生方は、その道の第一線で活躍している専門家であり、重要な専門用語の解説だけでなく、最新の研究内容や日々の生活に役立てることができる豆知識など、多彩な情報がサイドノートに散りばめられています。本文だけでなくサイドノートにも魅力的な情報が満載されているのも本教科書の特徴といえます。

最後に、管理栄養士を目指すみなさんに一言。大学における学修は決して受け身の姿勢ではいけません。自らが学修する意欲をもち、さらに一つでも多くの新しい知識や気づきを得るための「多角的な視点」をもって取り組むことをお勧めします。積極的な学修の成果は、いずれ自身や身近な方々に還元されます。とくに、食べ物に関する専門知識は、すぐさま日常生活で活用できるため、この学修のチャンスを逃すわけにはいかないと思います。先人の研究者が数百年かけて立証してきた栄養学の知識と最先端の栄養学の知識を融合している本教科書の魅力に気づき、その知識を将来的に活用できる管理栄養士像を意識して日々の勉学に励んでいただきたいと思います。

2025年1月吉日

編者 鈴木拓史

# 目次

<b>1章</b>	<b>栄養の概念</b>	三浦進司	1
<b>1</b>	<b>1 栄養の定義</b>		1
1	1 栄養	1	1
2	2 栄養素		1
<b>2</b>	<b>2 栄養と健康・疾患</b>		2
1	1 栄養学の歴史	2	3
2	2 栄養素の欠乏症・過剰症	3	5
3	3 生活習慣病		3
4	4 健康増進		5
<b>3</b>	<b>3 遺伝形質と栄養の相互作用</b>		7
1	1 栄養素に対する応答の個人差	7	8
2	2 生活習慣病と遺伝子多型	8	
3	3 儉約遺伝子		8
<b>4</b>	<b>4 これからの栄養学</b>		10
<b>2章</b>	<b>食物の摂取(摂食行動)</b>	岩崎有作	12
<b>1</b>	<b>1 摂食行動を制御する要因：空腹感, 食欲, 飽満感, 満腹感</b>		12
1	1 摂食行動を調節する制御要因	12	15
2	2 摂食行動の調節		15
<b>2</b>	<b>2 食事のリズムとタイミング</b>		22
1	1 概日リズム(サーカディアンリズム)と日周リズム と食事リズム	23	24
2	2 不規則な食事リズムと健康問題		24
<b>3章</b>	<b>栄養素の消化・吸収と体内動態</b>	鈴木拓史	27
<b>1</b>	<b>1 消化・吸収と栄養</b>		27
1	1 消化・吸収の概念と種類	27	27
2	2 栄養素の吸収部位		27
<b>2</b>	<b>2 消化の過程</b>		28
1	1 口腔内の消化	28	29
2	2 胃内の消化	28	31
3	3 小腸内の消化		29
4	4 膜消化		31
<b>3</b>	<b>3 管腔内消化の調節</b>		31
1	1 脳相, 胃相, 腸相	31	33
2	2 自律神経系による調節	32	
3	3 消化管ホルモンによる調節		33
<b>4</b>	<b>4 吸収の過程</b>		33
1	1 膜の透過	33	35
2	2 受動輸送	34	35
3	3 能動輸送		35
4	4 膜動輸送		35
<b>5</b>	<b>5 栄養素等の吸収</b>		35
1	1 炭水化物	35	39
2	2 たんぱく質	36	40
3	3 脂質	37	41
4	4 ビタミン		39
5	5 ミネラル		40
6	6 水		41
<b>6</b>	<b>6 栄養素の体内動態</b>		41
1	1 門脈系(水溶性栄養素の体内動態)	41	41
2	2 リンパ系(疎水性栄養素の体内動態)		41
<b>7</b>	<b>7 生物学的利用度</b>		41
1	1 消化吸収率	42	42
2	2 栄養価		42
<b>8</b>	<b>8 栄養素の排泄</b>		42

# 4章

## 炭水化物の栄養

倉貫早智 45

<b>1 糖質の体内代謝</b> .....	45
1 糖質の栄養学的特徴 .....	45
2 食後・食間期の糖質代謝 .....	46
3 糖質代謝の臓器差と臓器間連携 .....	48
<b>2 血糖とその調節</b> .....	49
1 インスリンの作用 .....	50
2 血糖曲線 .....	50
3 肝臓の役割 .....	51
4 筋肉・脂肪組織の役割 .....	51
5 コリ回路, グルコース・アラニン回路 .....	51
<b>3 他の栄養素との関係</b> .....	52
1 相互変換 .....	52
2 ビタミンB <sub>1</sub> 必要量の増加 .....	53
3 たんぱく質節約作用 .....	53
<b>4 難消化性炭水化物</b> .....	54
1 不溶性食物繊維, 水溶性食物繊維 .....	54
2 難消化性糖質 .....	55
3 腸内細菌叢と短鎖脂肪酸 .....	55

# 5章

## 脂質の栄養

佐藤友紀 57

<b>1 脂質の体内代謝</b> .....	57
1 脂質の栄養学的特徴 .....	57
2 食後・食間期(空腹時)の脂質代謝 .....	58
3 脂質代謝の臓器差 .....	60
<b>2 脂質の臓器間輸送</b> .....	61
1 リポたんぱく質 .....	61
2 遊離脂肪酸 .....	63
3 ケトン体 .....	63
<b>3 コレステロール代謝の調節</b> .....	64
1 コレステロールの合成・輸送・蓄積 .....	64
2 コレステロール合成のフィードバック調節機構 .....	65
3 コレステロール由来の体成分 .....	65
4 コレステロールの排泄機構と胆汁酸の腸肝循環 .....	66
<b>4 摂取する脂質の量と質の評価</b> .....	67
1 脂肪エネルギー比率 .....	67
2 主な脂肪酸の分類 .....	67
3 脂肪酸由来の生理活性物質 .....	70
<b>5 他の栄養素との関係</b> .....	70
1 ビタミンB <sub>1</sub> 節約作用 .....	70
2 エネルギー源としての糖質の節約作用 .....	71
3 脂質の過酸化と抗酸化能を有する栄養素 .....	71

# 6章

## たんぱく質の栄養

安田 純・飯澤拓樹 73

<b>1 たんぱく質・アミノ酸の体内代謝</b> .....	73
1 たんぱく質・アミノ酸の栄養学的特徴 .....	73
2 食後・食間期のたんぱく質・アミノ酸代謝 .....	73
3 たんぱく質・アミノ酸代謝の臓器差 .....	76
4 分岐鎖アミノ酸(BCAA)の代謝 .....	77
5 アルブミンと急速代謝回転たんぱく質(RTP) .....	77
<b>2 摂取するたんぱく質の量と質の評価</b> .....	78
1 不可欠アミノ酸と可欠アミノ酸 .....	78
2 化学的評価法(アミノ酸価) .....	78
3 生物学的評価法(たんぱく質効率, 窒素出納, 生物価, 正味たんぱく質利用率) .....	80
4 アミノ酸の補足効果 .....	81
<b>3 他の栄養素との関係</b> .....	82
1 エネルギー代謝とたんぱく質 .....	82
2 糖新生とたんぱく質代謝 .....	82
3 アミノ酸の代謝とビタミンの関係 .....	82

## 7章 ビタミンの栄養 上番増 喬 85

<b>1</b> ビタミンの分類	85
1 脂溶性ビタミン	85
2 水溶性ビタミン	87
<b>2</b> ビタミンの栄養学的特徴と機能	91
1 補酵素とビタミン	91
2 抗酸化作用とビタミン	92
3 ホルモン様作用とビタミン	92
4 血液凝固とビタミン	93
5 エネルギー代謝とビタミン	94
6 核酸代謝とビタミン	96
7 一炭素単位代謝とビタミン	96
8 カルシウム代謝とビタミン	97
9 糖質・脂質・アミノ酸の代謝とビタミン	97
<b>3</b> ビタミンの吸収と体内利用	98
1 脂溶性ビタミンと脂質の吸収機構の共通性	98
2 水溶性ビタミンの組織飽和と尿中排泄	99
3 腸内細菌叢とビタミン	99
4 ビタミンB <sub>12</sub> 吸収機構の特殊性	100

## 8章 ミネラルの栄養 佐久間理英 102

<b>1</b> ミネラルの分類	102
1 多量ミネラル	102
2 微量ミネラル	104
<b>2</b> ミネラルの栄養学的特徴と機能	105
1 硬組織とミネラル	105
2 神経・筋肉の機能維持とミネラル	106
3 血圧調節とミネラル	107
4 糖代謝とミネラル	108
5 酵素とミネラル	109
<b>3</b> ミネラルの吸収と体内利用	110
1 カルシウムの吸収と体内利用	110
2 鉄の吸収と体内利用	110

## 9章 水・電解質の栄養的意義 坂井敦子・坂井 孝 113

<b>1</b> 水の分布と機能	113
1 生体内の水の分布	113
2 生体内での水の機能	114
<b>2</b> 水の出納	115
1 代謝水	115
2 不感蒸泄	115
3 不可避尿	116
4 便	117
5 水分必要量	117
6 脱水・熱中症のメカニズム	117
7 浮腫のメカニズム	120
<b>3</b> 電解質代謝と栄養	121
1 水・電解質・酸塩基平衡の調節	121
2 血圧の調節	124

## 10章 エネルギー代謝 小栗 靖生 126

<b>1</b> エネルギー代謝の概念	126
1 基礎代謝	127
2 安静時代謝	128
3 睡眠時代謝	128
4 活動時代謝	128
5 メッツ (METs), 身体活動レベル (PAL)	129
6 食事誘発性熱産生	129
<b>2</b> エネルギー代謝の測定法	130
1 直接法, 間接法	130
2 呼気ガス分析	132
3 呼吸商, 非たんぱく質呼吸商	132
4 二重標識水法	134

<b>3</b> 生体利用エネルギー	134
1 物理的燃焼値, 生理的燃焼値	135
2 臓器別エネルギー代謝	136

## **11**章 基礎栄養学の理解を深めるための生化学 田邊宏基 139

1 ATPの役割	139	4 糖新生	145
2 酵素	140	5 脂肪酸の生合成と分解	146
3 解糖系とクエン酸回路	141	6 三大栄養素の代謝	149

## 付 録

日本人の食事摂取基準 (2025年版)	152
---------------------	-----

索引	162
----	-----



# 栄養の概念



- 栄養と栄養素について説明できる
- 栄養と健康のかかわりについて説明できる
- 生活習慣病と遺伝子多型（遺伝因子）の関連について説明できる
- 遺伝子発現に及ぼす栄養素・栄養状態の影響について説明できる



- ✓ 栄養とは、外界より食物として栄養素を摂取し、それをエネルギー源や体成分に利用し、排泄することである。外界から摂取され、生命活動に不可欠な物質を栄養素という。
- ✓ 食品はいずれかの栄養素を含んでいるが、単一の食品だけで生体が要求する栄養素をバランスよく含んでいるとは限らないため、失調症を防ぐためには食品の成分や特徴をよく理解し、複数の食品を上手に組み合わせた食事を摂取することが必要となる。
- ✓ 生活習慣病は、「食習慣、運動習慣、休養、喫煙、飲酒などの生活習慣が、その発症・進行に関与する疾患群」と定義されている。生活習慣病のうち、食習慣が原因となる疾患には、肥満、2型糖尿病、脂質異常症、高血圧症、大腸がんなどがある。
- ✓ 生活習慣病は、複数の関連遺伝子の変異（遺伝的素因）と、食生活、運動などの環境因子が関与している疾患であり、多因子疾患であるといえる。
- ✓ 現代の栄養学では、栄養素および栄養素の代謝産物は、遺伝子発現を調節する因子としてはたらき、細胞の構造や機能に影響し、ヒトの生命活動に影響を与えているとする概念、ニュートリゲノミクスが確立されている。

## 1 栄養の定義

### 1 栄養

- ヒトは生命の維持、機能・形態の維持、活動、成長、生殖などのため、外界から物質を摂取し、それを消化・吸収し、エネルギー源や体の構成成分などとして利用している。また不要になった物質は老廃物として体外へ排泄される。
- このように、外界の物質を体内にとり入れ、それを利用して生命活動を維持することを栄養という。
- 外界から摂取され、生命活動に不可欠な物質を栄養素という。つまり栄養とは、外界より食物として栄養素を摂取し、それをエネルギー源や体成分に利用し、排泄することである。
- 栄養素はエネルギー産生に利用される際に、より小さな分子に分解（異化）される。また、生体高分子のような、より大きな分子の合成（同化）に利用される。このような物質の変化を代謝という。
- 栄養学とは、栄養素について学ぶのはもちろんのこと、栄養素の消化・吸収・体内動態のほか、代謝から排泄に至るまでのすべてを学ぶ学問である。

#### ●MEMO●

栄養という意味の英語である“nutrition”はギリシャ語の「養う」という意味に由来している。日本語で用いられる「栄養」という単語の起源は7世紀の中国にさかのぼり、「榮」はともじびとよく燃える木、「養」は羊を食べる、食事を勤める、という意味をもつ。

### 2 栄養素

- 栄養素は、糖質、脂質、たんぱく質、ミネラル、ビタミンの5つに大別され、五大栄

# 第2章

## 食物の摂取（摂食行動）

### 2

食物の摂取（摂食行動）

#### 学習目標

- 摂食行動を調節する4つの要因（空腹感、食欲、飽満感、満腹感）を理解する
- 恒常性摂食と報酬性摂食という2種類の摂食調節の違いを理解する
- 摂食行動に影響を与える生体内因子を理解する
- 食事のリズムが栄養学および生理学にもつ重要性を理解する

#### 要点整理

- ✓ 摂食行動を誘導する「空腹感」は飢餓に対応した感覚であるのに対して、「食欲」は特定の食物への欲求によってつくられる、空腹感とは異なる感覚である。
- ✓ 空腹感を調節する恒常性摂食は主に脳の視床下部で制御され、食欲を調節する報酬性摂食は主に中脳と大脳で制御されている。
- ✓ 摂食行動は、摂取した栄養素、生体内の貯蔵エネルギー、胃腸の拡張などの物理的刺激や食事刺激で分泌変動するホルモンに加えて、快楽的因子や病的要因といった内部環境因子、および、心理的因子、社会的因子、生活環境因子といった外部環境因子によって複雑に制御されている。
- ✓ 一般的とされる「1日3食」の食事リズムは、健康を支える規則正しい日周リズムの形成に重要な役割を果たし、栄養学および生理学に多くの優れた効果をもつ。

## 1 摂食行動を制御する要因：空腹感、食欲、飽満感、満腹感

### 1 摂食行動を調節する制御要因

- ヒトを含む動物は、生命活動に必要な栄養素を食物から得ている。
- 摂食行動の調節は、生体が必要な栄養素の量と質を適切に認知することで、摂食行動を通じて栄養不足や過剰摂取を防ぐための重要な生理機能である。
- 摂食行動の調節がどのように制御されているのか、そして、その調節異常が引き起こす疾患との関連と病態生理学的意義を理解することは、基礎栄養学を学ぶうえで重要である。
- 摂食行動は、「食事を開始させる制御要因：空腹感と食欲」と「食事を停止させる制御要因：飽満感と満腹感」によって調節されている。
  - 空腹感 (hunger)：生体内の貯蔵エネルギーの不足した飢餓的状态でつくられる感覚。通常は胃の収縮をともなう。主に脳の視床下部によって制御される。
  - 食欲 (appetite)：空腹感とは独立した食物への欲求。エネルギーの過不足にかかわらず、他の内部および外部環境因子の影響を受ける。主に大脳によって制御される。
  - 飽満感 (satiation)：食事を終了させる感覚で、1回の食事量を決定する感覚。食事中に飽満感はつくられる。
  - 満腹感 (satiety)：次の食事までの時間を決定する感覚。食事の終了後に強くつくられる感覚で、次の食事までの間の空腹感を抑えて食物を摂取しないようにする。

#### 食事を開始させる制御要因：空腹感 vs. 食欲

- 「空腹感」は、しばらく食物を摂取しないことによって体内の貯蔵エネルギーが不足

食事の開始と終了を制御する4要因は、英語名称でも理解しよう！



# 第3章

## 栄養素の消化・吸収と体内動態

### 学習目標

- 各栄養素の特徴的な消化過程を理解する
- 各栄養素の特徴的な吸収過程を理解する
- 吸収後の栄養素の体内動態・利用度・排泄までを理解する

### 要点整理

- ✓ 消化の過程では、3つの消化過程（物理的消化、化学的消化、生物学的消化）が連動することで効率的な消化が行われる。
- ✓ 化学的消化では、基質となる栄養素に応じた消化酵素が存在することで、体内に吸収できる最小分子までの効率的な消化が行われる。
- ✓ 栄養素は、「受動輸送」、「能動輸送」、「膜動輸送」の3つの輸送方式で体内に吸収される。
- ✓ 水溶性栄養素は「門脈系」、脂溶性栄養素は「リンパ系」を通して体内を移動する。
- ✓ 栄養素の消化・吸収過程では、しかるべきタイミング（食前・食後）に必要な栄養素を効率的に体内に取り込むために、消化器系組織が互いに連関した制御を行う。

## 3

### 栄養素の消化・吸収と体内動態

## 1 消化・吸収と栄養

### 1 消化・吸収の概念と種類

- 栄養素の多くは高分子化合物であり、体内に取り込むために低分子化する必要がある。
- 消化管において体内に吸収できる大きさまで分解される過程を「消化」といい、消化物が体内に取り込まれる過程を「吸収」という。
- 消化方式の違いによって、「咀嚼や消化管運動による物理的消化（機械的消化）」、「消化酵素による化学的消化」、「腸内細菌による生物学的消化」の3つに大別される。
- 消化を行う部位の違いによって、「消化管内で行われる管腔内消化」と「小腸絨毛の微絨毛膜表面で行われる膜消化（終末消化）」に分けられる。

#### 栄養素の化学的性質の違いによる分類

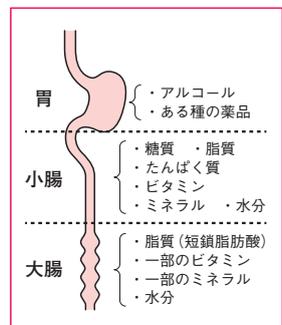
- 水溶性栄養素：水に溶解する栄養素。糖質、たんぱく質、水溶性ビタミンおよびミネラル（無機質）。加えて、短鎖脂肪酸や一部の中鎖脂肪酸も水溶性栄養素である。
- 疎水性栄養素：水に不溶である栄養素。脂質（トリグリセリド〈トリアシルグリセロール、中性脂肪〉、コレステロール）、脂溶性ビタミン（A、D、E、K）。長鎖脂肪酸は疎水性栄養素である。

### 2 栄養素の吸収部位

- 摂取された栄養素のほとんどが小腸（十二指腸から空腸まで）で吸収される（①）。
- 大腸では、腸内細菌による生物学的消化により産生した短鎖脂肪酸や一部のビタミン・ミネラルが吸収される。
- 摂取した水分の大部分は、小腸および大腸で吸収される。
- 胃では、ある種の薬剤やアルコールは吸収されるが、栄養素や水分はほぼ吸収されない。

#### 【用語解説】

**トリグリセリド**：三価のアルコールであるグリセロール骨格に脂肪酸がエステル結合したアシルグリセロールは、電気的に中性である。したがって、中性脂肪とも呼ばれ、また、グリセロール骨格に3つの脂肪酸が結合したトリアシルグリセロールはトリグリセリドと同義として扱われることが多い。



**① 栄養素の主な吸収部位**  
(鈴木拓史. 消化・吸収と栄養素の体内動態. 小林謙一編著. 栄養管理と生命科学シリーズ. 基礎栄養学. 理工図書; 2021. p.96より)



# 炭水化物の栄養

## 学習目標

- 糖質 (炭水化物) の栄養学的特徴と分類を理解する
- 食後および食間期と、臓器により異なる糖質代謝の概要を理解する
- 血糖値の調節にかかわるホルモンと臓器ごとの役割を理解する
- 糖質と脂質、たんぱく質との代謝のかかわりを理解する
- 難消化性糖質の分類と生理作用について理解する

## 要点整理

- ✓ 糖質はその重合度 (結合している単糖の数) により、単糖類、少糖類、多糖類に分類される。
- ✓ 糖質代謝には、ATP (エネルギー) 生成を目的とした解糖系、クエン酸回路と、グルコースからのグリコーゲン合成と分解、糖質以外からグルコースが生成される糖新生系、またエネルギーの獲得に直接かかわらないペントースリン酸回路やグルクロン酸経路がある。
- ✓ 血液に含まれるグルコース濃度を血糖値という。食後にはインスリンのはたらきにより、血中のグルコースは肝臓、筋肉、脂肪組織に取り込まれ蓄積される。
- ✓ エネルギー不足のときに糖質や脂質を供給することで、たんぱく質はエネルギー源とならずに体たんぱく質合成に使用可能となる (たんぱく質節約作用)。
- ✓ 難消化性炭水化物には、食物繊維 (不溶性食物繊維と水溶性食物繊維) と難消化性糖質 (難消化性オリゴ糖と糖アルコール) がある。

## 1 糖質の体内代謝

### 1 糖質の栄養学的特徴

#### 炭水化物の概要と栄養学的役割

- 炭水化物は、 $C_n(H_2O)_m$  の化学式をもつ化合物である。炭水化物は、ヒトの消化酵素で消化されエネルギー源として利用される糖質と、ヒトの消化酵素では消化されない食物繊維に分けられる (炭水化物 = 糖質 + 食物繊維)。一般的に、炭水化物と糖質は同義語として使用されることが多い。
- 糖質は、エネルギー源として最も多く摂取している栄養素であり、その多くを穀物から得ている。

#### 糖質の分類

- 糖質はその重合度 (結合している単糖の数) により、①単糖類、②少糖類、③多糖類に分類される (①)。
- 単糖類とは、これ以上加水分解できない糖質で、栄養学上重要なのは炭素5個から成る五炭糖と炭素6個から成る六炭糖である。
- 五炭糖 (ペントース) は核酸の構成成分として重要で、体内ではグルコースからペントースリン酸回路でつくられる。六炭糖 (ヘキソース) には、食品に含まれるグルコース、フルクトース、ガラクトースなどがある。
- 少糖類は、単糖が2~10分子程度、グリコシド結合で連なった構造をもつ。単糖が2分子結合した二糖類には、グルコースとフルクトースから成るスクロース、グルコー

# 第5章

## 脂質の栄養

### 学習目標

- 脂質の構造的特徴や生体内での代謝反応を理解する
- 脂質分子が臓器間輸送される際の形状や特徴の違いを理解する
- コレステロールの代謝調節機構およびコレステロールより産生される分子を理解する
- 脂肪酸の質の違いとそれぞれの摂取基準およびその設定理由を理解する
- 脂質代謝と他の栄養素代謝の関連性を理解する

### 要点整理

- ✓ 食後は身体に脂質を蓄積する同化反応が亢進し、食間期では異化反応が亢進することで、脂質を利用したエネルギー産生が活性化する。
- ✓ 脂質分子はたんぱく質分子（アポたんぱく質やアルブミン）と結合することで血液中に溶解し、末梢臓器に供給される。
- ✓ 細胞内への糖質供給が遮断された状況では、脂肪酸のβ酸化により産生されたアセチルCoAがケトン体合成に利用され、産生されたケトン体を利用できる臓器ではエネルギー産生基質として利用される。
- ✓ コレステロールは細胞膜の構成成分であるが、細胞内で過剰になると遺伝子レベルでコレステロール生合成経路を抑制するフィードバック阻害機構がはたらく。
- ✓ 脂肪酸には必須脂肪酸と呼ばれる生体内で生合成できない分子が存在し、食事から摂取する必要がある。

## 1 脂質の体内代謝

### 1 脂質の栄養学的特徴

- 脂質はエーテルやクロロホルムなどの有機溶媒<sup>\*1</sup>に融解する性質の分子であり、分子構造の違いから単純脂質、複合脂質、誘導脂質の3種類に分類される。
- 脂質は糖質、たんぱく質と同様にエネルギー源となる栄養素であり、三大栄養素のなかでも1gあたりからのエネルギー産生量が最も多い(9kcal)。一方で、脂質の過剰摂取は肥満や脂肪肝をはじめとした生活習慣病の発症リスクを増加させる。

#### 単純脂質

- 単純脂質には、トリグリセリド(トリアシルグリセロール、中性脂肪)や蠟(ろう)が含まれ、グリセロールもしくは、アルコールに脂肪酸が結合した構造をしている。トリグリセリドは脂肪組織(白色脂肪組織)や肝臓などの臓器に蓄えられる(①)。

#### 複合脂質

- 複合脂質には、リン脂質、糖脂質、リポたんぱく質が含まれる。グリセロリン脂質は細胞および細胞内に存在する細胞小器官の形質膜の主要成分として分布している(②)。その他、スフィンゴリン脂質があり、そのなかのスフィンゴミエリンは、脳や神経細胞に多く含まれ、神経細胞の軸索を覆うミエリン鞘の主成分である。

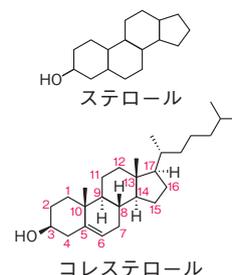
#### 誘導脂質

- 誘導脂質には、ステロール類、脂肪酸が含まれ、コレステロールはコレステロール骨格を有する性ホルモンなどのステロイドホルモンやビタミンDの産生に利用される。

\*1 他の物質を溶かす性質をもつ有機化合物。

### 豆知識

ステロールとコレステロール：4つの炭素環がつながった構造の骨格。A環の3位にヒドロキシル基(-OH)が結合したものがステロールであり、さらにD環の17位に短いアルキル鎖がついた分子がコレステロールである。



# 第6章

## たんぱく質の栄養

### 学習目標

- たんぱく質が摂取され、消化、吸収、利用されるプロセスを理解する
- 各臓器におけるたんぱく質・アミノ酸の代謝の違いやはたらきを理解する
- 20種類のアミノ酸の名前と分類、役割、機能を理解する

### 要点整理

- ✓ たんぱく質は身体の各部位（髪、爪、内臓、筋肉など）の主要な構成成分の一つである。
- ✓ たんぱく質は1gあたり4kcalを生み出すエネルギー源でもある。
- ✓ たんぱく質は20種類のアミノ酸で構成されている。
- ✓ アミノ酸価は不可欠アミノ酸のバランスを数値化したものであり、最大スコアは100である。アミノ酸価100の食品は質の高いたんぱく質である。
- ✓ 動物性食品の多くはアミノ酸価100であり、植物性食品はアミノ酸価が100に満たないものが多い。
- ✓ 単一の食品のみの食生活を送ることは少なく、複数の食品選択のなかで各アミノ酸が補足、補完されることでアミノ酸プロファイルが形成されている。
- ✓ 食事から質の高いたんぱく質を十分に摂取することは、筋量の維持につながる。

## 1 たんぱく質・アミノ酸の体内代謝

### 1 たんぱく質・アミノ酸の栄養学的特徴

- たんぱく質は生体の主要な構成成分の一つであり、髪、爪、内臓、筋肉など多くの組織はたんぱく質から作られている。また、たんぱく質は組織の構成だけでなく、酵素反応や物質輸送、免疫反応などにも関与する。
- たんぱく質は糖質や脂質と同様にエネルギー源としても利用でき、燃焼すると1gあたり4kcalのエネルギーを生み出す。
- たんぱく質は、20種類のアミノ酸(①)がペプチド結合によりつながってできている。
- たんぱく質は糖質や脂質とは異なり、分子内に窒素(N)を含んでいる。
- すべてのアミノ酸はL- $\alpha$ -アミノ酸であり、 $\alpha$ 位の炭素原子(C)にアミノ基(-NH<sub>2</sub>)、カルボキシル基(-COOH)が結合している。 $\alpha$ -炭素の3つ目には水素原子(H)、4つ目に側鎖(R)が結合する(②)。それぞれのアミノ酸を特徴づけているのは側鎖の構造の違いである(①)。



身体のほとんどの組織はたんぱく質でできているんだね

### MEMO

アミノ酸の個数によりペプチドの呼び方は異なる。アミノ酸が2つ結合したものはジペプチド、3つ結合したものはトリペプチドと呼ばれる。アミノ酸の数が10個程度までのものをオリゴペプチド、10個以上つながったものをポリペプチドといい、50個以上のアミノ酸が結合したものがたんぱく質と呼ばれるが、明確な定義はないといわれている。

### 2 食後・食間期のたんぱく質・アミノ酸代謝

#### たんぱく質・アミノ酸の消化・吸収経路

- 食物は咀嚼によって細かくかみ砕かれ、唾液と混ぜられる。唾液中にはたんぱく質の消化酵素は含まれないため、口腔内では物理的消化のみが行われ、胃に送られる。
- たんぱく質の消化は胃から始まる。食物に含まれるたんぱく質は、胃液に含まれる胃酸(塩酸：胃腺の壁細胞から分泌)やペプシンの作用を受け(胃腺の主細胞から分泌される不活性型のペプシノーゲンが塩酸によりpHが下がり活性化する)、アミノ酸が複数つながったポリペプチドまで分解される。