

医療系専門科目へ

# つながる生物学



消化から学ぶ人体のしくみ

## CONTENTS

監修のことば	沖永寛子
はじめに	安西偕二郎
本書の使い方	

BASIC

Chapter 1

食物を食べる体のしくみ

16

### § 1 消化器系の構造と機能 19

1 消化管の基本的な構造	Lv. 1 19
2 口腔	Lv. 1 20
2.1 構造／2.2 機能	
3 食道	Lv. 1 20
3.1 構造／3.2 機能	
4 胃	Lv. 1 21
4.1 構造／4.2 機能	
5 十二指腸	Lv. 1 22
5.1 構造／5.2 機能	
6 小腸	Lv. 1 23
6.1 構造／6.2 機能	
7 大腸	Lv. 1 24
7.1 構造／7.2 機能／7.3 大腸の腸内細菌	
8 胆のう	Lv. 1 26
9 膵臓	Lv. 1 26
9.1 構造／9.2 機能	

MEMO 日本人の食事摂取基準 18／血糖値の基準範囲 28

確認問題

29

## §2 栄養成分のゆくえ ..... 30

### 1 体液による運搬 ..... 31

1.1 体液の構成／1.2 体液が含む電解質／1.3 血漿タンパク質とその役割

### 2 循環器系による運搬 ..... 35

2.1 心臓／2.2 血管系

### 3 肝臓による代謝 ..... 41

3.1 脈管系—血管と胆管／3.2 構造—肝小葉と脈管系／3.3 機能

### 4 腎臓による排泄 ..... 46

4.1 構造／4.2 機能—尿の生成／4.3 尿の役割

**MEMO** 電解質 33／「mEq/L」とは 34／心臓の内分泌機能 37／再吸収による尿の生成—生理的意義 52

### 確認問題 ..... 53

## §3 栄養素の構造と消化のしくみ—イントロダクション ..... 54

### 1 消化管における消化 ..... 54

1.1 栄養素の消化、利用、排泄／1.2 消化酵素と消化液

### 2 栄養素の消化 ..... 56

2.1 タンパク質の消化／2.2 糖質（デンプン）の消化／2.3 脂質の消化／2.4 核酸の消化

### 3 消化管におけるタンパク質の消化と吸収 ..... 63

### 確認問題 ..... 65

## BASIC Chapter 2

## 食物の科学と消化・吸収のしくみ

66

## §1 タンパク質の科学と消化・吸収のしくみ ..... 67

### 1 化学物質としてのアミノ酸 ..... 67

1.1 アミノ酸の性質を決める官能基／1.2 タンパク質をつくっているアミノ酸／1.3 アミノ酸の分類

### 2 タンパク質の構造と機能 ..... 79

2.1 ペプチド鎖の形成／2.2 タンパク質の種類と機能

### 3 タンパク質の階層構造 ..... 80

3.1 一次構造／3.2 二次構造／3.3 三次構造／3.4 四次構造

### 4 アミノ酸の相互作用による立体構造形成 ..... 82

4.1 アミノ酸の相互作用／4.2 親水性アミノ酸と疎水性アミノ酸の役割

5 タンパク質の構造モデル	85
5.1 リボンモデル／5.2 サーフェスモデル (surface モデル, 分子表面モデル)	

6 タンパク質の変性	86
6.1 熱による変性／6.2 酸や塩基による変性	

7 酵素	87
7.1 酵素表面にある活性部位／7.2 触媒作用／7.3 酵素の反応速度／7.4 補酵素／7.5 酵素の阻害	

8 タンパク質の消化と吸収	94
8.1 タンパク質の消化酵素／8.2 消化によって生じたアミノ酸の吸収	

**MEMO** 異性体 72／L-アミノ酸とD-アミノ酸の違い 73／酸と塩基 74／タンパク質は動的で柔軟な構造をもつ 86／調理や胃酸による変性 87／消化酵素の触媒基 96

確認問題	98
------	----

## §2 糖質の科学と消化・吸収のしくみ 100

1 化学物質としての糖質	100
1.1 糖の定義／1.2 単糖の種類／1.3 単糖の構造式／1.4 単糖の立体異性体	

2 食物が含む糖質	106
-----------	-----

3 デンプンの構造	107
3.1 アミロースとアミロペクチン／3.2 デンプンをつくるグリコシド結合	

4 セルロースの構造	108
------------	-----

5 デンプンの消化	110
5.1 $\alpha$ アミラーゼによる加水分解／5.2 $\alpha$ アミラーゼの基質特異性／5.3 $\alpha$ アミラーゼの最適 pH	

6 二糖の消化	111
6.1 消化酵素による消化／6.2 糖質の吸収—グルコースが細胞膜を通過するしくみ	

**MEMO** 数を表す接頭辞 106／構造式は「手」が覚える 106／アミロースの立体構造 109／食後の血糖降下薬 112

確認問題	113
------	-----

## §3 脂質の科学と消化・吸収のしくみ 115

1 化学物質としての脂質	115
1.1 分類／1.2 トリアシルグリセロールの構造	

2 脂肪酸	118
2.1 特徴／2.2 種類／2.3 食品に含まれる脂肪酸／2.4 構造式—書き方と命名法	

3 食品に含まれるトランス脂肪酸	122
3.1 トランス脂肪酸の生成／3.2 健康リスク	

## 4 トリアシルグリセロールの消化 Lv. 3 125

4.1 膵臓の役割／4.2 肝臓の役割／4.3 消化酵素と胆汁酸

## 5 トリアシルグリセロールの吸収 Lv. 3 127

5.1 消化産物の吸収／5.2 カイロミクロンの形成／5.3 カイロミクロンの輸送

**MEMO** トリアシルグリセロールの炭素の番号の振り方 117／トランス脂肪酸の危険性 122／不飽和脂肪酸が常温で液体なのはなぜか 124／脂肪酸はエネルギーに富む 124／リポタンパク質複合体 128

## 確認問題 129

# § 4 核酸の科学と消化・吸収のしくみ 130

## 1 化学物質としての核酸 Lv. 2 130

1.1 ヌクレオチドの構造／1.2 ヌクレオシドとヌクレオチドの名称／1.3 ヌクレオチドの略称

## 2 DNAの構造 Lv. 2 136

2.1 ホスホジエステル結合／2.2 高分子DNAの二重らせん構造

## 3 RNAの種類と構造 Lv. 3 138

3.1 細胞が含むRNA／3.2 高分子RNAの構造

## 4 核酸の消化・吸収 Lv. 3 140

4.1 消化／4.2 吸収

**MEMO** ヌクレオチドとビタミンを含む補酵素 134／核酸による紫外線の吸収とDNAの熱安定性 137／プリン塩基の代謝 141

## 確認問題 142

## BASIC

## Chapter 3 消化調節のしくみ

# 144

## 1 内分泌系による調節 Lv. 3 145

1.1 内分泌系を担うホルモン／1.2 ホルモンの種類／1.3 ホルモンの分泌様式／1.4 ホルモンの受容体／1.5 消化管ホルモン／1.6 脳相、胃相、腸相における胃酸分泌の調節

## 2 神経系による調節 Lv. 3 152

2.1 神経系の構成と機能／2.2 自律神経系の構成と機能／2.3 自律神経系による消化管の調節

**MEMO** 基底顆粒細胞による食物の識別 149／神経細胞 152／腸管の自動能 157

## 確認問題 158



## ADVANCED

### Chapter 1 食物を食べる体のしくみ

#### §1 消化器系の構造と機能 ..... W1

##### 1 腸管免疫系 ..... Lv.5 W1

1.1 免疫とは／1.2 免疫系の構成／1.3 生体防御のしくみ／1.4 感染過程における獲得免疫反応／1.5 免疫記憶／1.6 免疫寛容／1.7 腸管免疫系

**MEMO** 多様な抗体がつくられるしくみ W10

確認問題 ..... W12

#### §2 栄養成分のゆくえ ..... W14

##### 1 浸透圧と物質の吸収と排出 ..... Lv.4 W14

1.1 浸透圧／1.2 電解質と浸透圧／1.3 毛細血管における吸収と排出

##### 2 代謝 ..... Lv.4 W18

2.1 代謝の基本経路／2.2 食物の摂食状況による代謝の変化

**MEMO** 浸透圧を表す単位「mOsm/L」とは W16／ネフローゼ症候群 W18

確認問題 ..... W26

## ADVANCED

### Chapter 2 食物の科学と消化・吸収のしくみ

#### §1 タンパク質の科学と消化・吸収のしくみ ..... W28

##### 1 受動輸送と能動輸送による物質の運搬 ..... Lv.4 W30

1.1 受動輸送／1.2 能動輸送

##### 2 アミノ酸の解離平衡，酸塩基平衡 ..... Lv.5 W34

2.1 アミノ酸の解離とヘンダーソン・ハッセルバルヒの式／2.2 酸塩基平衡と緩衝作用

##### 3 酵素の反応速度論 ..... Lv.5 W46

3.1 酵素の反応速度とミカエリス・メンテンの式／3.2 ラインウィーバー・バークプロットとその活用

##### 4 化学結合と分子の形 ..... Lv.5 W53

4.1 共有結合と分子の形／4.2 非共有結合と分子の形

**MEMO** 過呼吸による血液のpH変化 W46／ $K_m$ 値が酵素と基質の親和性を表すのはなぜか W50／ $K_m$ 値の大きい酵素と小さい酵素の生理的な意義 W50／形式電荷 W55

確認問題 ..... W66

## §2 糖質の科学と消化・吸収のしくみ ..... W69

### 1 ヘミアセタール構造 ..... W69

1.1 ヘミアセタールの形成反応による環状グルコースの生成／1.2 ヘミアセタール構造と糖の還元性／1.3 二糖と多糖の還元性／1.4 還元糖による糖化タンパク質の形成

### 2 グルコースの吸収・排出 ..... W73

2.1 SGLT1／2.2 GLUT2／2.3 吸収上皮細胞のナトリウムポンプ

**MEMO** 尿細管におけるグルコースの再吸収 W74／GLUTファミリー W75

**確認問題** ..... W77

## §3 脂質の科学と消化・吸収のしくみ ..... W78

### 1 脂質と生体膜 ..... W78

1.1 生体膜を構成するリン脂質／1.2 さまざまな生体膜

### 2 脂質メディエーター ..... W86

2.1 脂質メディエーターの悪影響／2.2 脂質メディエーターがつくられるしくみ

**MEMO** ホスファチジルコリンによる「ミセル」と「リポソーム」の形成 W84／コレステロールとステロイドホルモン W85／抗炎症薬 W89／ $\omega$ 3系脂肪酸によるアレルギー反応や炎症の抑制 W89

**確認問題** ..... W90

## §4 核酸の科学と消化・吸収のしくみ ..... W91

### 1 分子生物学のセントラルドグマ ..... W91

1.1 ゲノムと遺伝子／1.2 遺伝子の複製／1.3 遺伝子の転写／1.4 mRNAの翻訳

**MEMO** 突然変異とコドン W96／mRNAの構造 W99／非翻訳性RNAの重要性 W99

**確認問題** ..... W100

## ADVANCED Chapter 3 消化調節のしくみ

# W101

### 1 胃酸分泌を起こす細胞内シグナル伝達 ..... W101

1.1 Gタンパク質共役型受容体(GPCR)とGタンパク質／1.2 神経伝達物質やホルモンによる胃酸分泌

### 2 リン酸化反応によるシグナル伝達 ..... W109

2.1 リン酸化がシグナルを伝えるしくみ／2.2 タンパク質のリン酸化反応から学ぶこと

**MEMO** cAMPの発見 W103／シグナル伝達OFFの重要性 W104／カルシウムの重要性 W107／トランスポーターやチャネルタンパク質の細胞内移動 W109

**確認問題** ..... W113