

## 第2章 人体の働きと医薬品

### 問題作成のポイント

- 身体の構造と働き、薬の働く仕組み、副作用の症状等に関する基本的な知識を、購入者への情報提供や相談対応に活用できること

### I 人体の構造と働き

ヒトの体は、細胞が集まって構成されており、関連する働きを持つ細胞が集まって組織を作り、複数の組織が組み合わさって一定の形態を持ち、特定の働きをする器官が形成される。器官が互いに連絡して協働し、全体として一つの機能を持つ場合、それらを器官系という。

また、細胞と細胞の間には、カルシウム化合物、粘液物質、<sup>こ</sup>膠原線維等の物質が存在し、これを細胞間質という。

#### 1 胃・腸、肝臓、肺、心臓、腎臓などの内臓器官

##### 1) 消化器系

飲食物を消化して生命を維持していくため必要な栄養分として吸収し、その残滓<sup>しんじ</sup>を体外に排出する器官系である。これに関わる器官として、次のものがある。

- 消化管：口腔<sup>くわう</sup>、咽頭<sup>いん</sup>、食道、胃、小腸、大腸、<sup>こ</sup>肛門
- 消化腺<sup>せん</sup>：唾液腺<sup>だ</sup>、肝臓、胆嚢<sup>のう</sup>、膵臓<sup>すい</sup>

消化管は、口腔<sup>くわう</sup>から<sup>こ</sup>肛門まで続く管で、平均的な成人で全長約9 mある。飲食物はそのままの形で栄養分として利用できず、消化管で吸収される形に分解する必要があるが、これを消化という。消化には、消化腺<sup>せん</sup>から分泌される消化液による化学的消化と、咀嚼<sup>そしやく</sup>（食物を噛み、口腔内で粉砕すること）や消化管の運動による機械的消化とがある。

- 化学的消化：消化液に含まれる消化酵素の作用によって飲食物を分解する。
- 機械的消化：口腔<sup>くわう</sup>における咀嚼<sup>そしやく</sup>や、消化管の運動などによって消化管の内容物を細かくして消化液と混和し、化学的消化を容易にする。

##### (a) 口腔<sup>くわう</sup>

###### ① 歯

歯は、歯周組織（歯肉、歯根膜、歯槽骨、セメント質）によって上下の顎<sup>あご</sup>の骨に固定されている。歯槽骨の中に埋没している歯の部分を歯根、<sup>けい</sup>歯頸（歯肉線のあたり）を境に口腔<sup>くわう</sup>に露出する部分を歯冠という。

歯冠の表面はエナメル質で覆われ、体で最も硬い部分となっている。エナメル質の下には象牙質と呼ばれる硬い骨状の組織があり、神経や血管が通る歯髓<sup>ずい</sup>を取り囲んでいる。歯

の齶蝕<sup>i</sup>が象牙質に達すると、神経が刺激されて、歯がしみたり痛みを感じるようになる。歯と歯肉の境目にある溝（歯肉溝）では細菌が繁殖しやすく、歯肉に炎症を起こすことがある。歯肉炎が重症化して、炎症が歯周組織全体に広がると歯周炎（歯槽膿漏<sup>のう</sup>）となる。

## ② 舌

舌の表面には、舌乳頭という無数の小さな突起があり、味覚を感知する部位である味蕾<sup>みらい</sup>が分布している。舌は味覚を感知するほか、咀嚼<sup>そしやく</sup>された飲食物を攪拌<sup>かくはん</sup>して唾液と混和させる働きがある。

## ③ 唾液腺

唾液を分泌し、食物を湿潤させてかみ砕きやすくし、また、咀嚼<sup>そしやく</sup>物を滑らかにして嚥下<sup>えん</sup>を容易にする。唾液には、デンプンをデキストリンや麦芽糖に分解する消化酵素（プチアリン。唾液アミラーゼともいう）が含まれ、また、味覚の形成にも重要な役割を持つ。

唾液は、リゾチーム<sup>ii</sup>等の殺菌・抗菌物質を含んでおり、口腔粘膜の保護・洗浄、殺菌等の作用もある。また、唾液によって口腔内はpHがほぼ中性に保たれ、酸による歯の齶蝕を防いでいる。

## (b) 咽頭、食道

咽頭は、口腔から食道に通じる食物路と、呼吸器の気道とが交わる場所である。飲食物を飲み込む運動（嚥下<sup>えん</sup>）が起きるときには、喉頭の入り口にある弁（喉頭蓋<sup>こうとうがい</sup>）が反射的に閉じることにより、飲食物が咽頭や気管に流入せずに食道へと送られる。

食道は喉もとから上腹部のみぞおち近くまで続く、直径1～2cmの管状の器官で、消化液の分泌腺はない。嚥下された飲食物は、重力によって胃に落ち込むのではなく、食道の運動によって胃に送られる。食道の上端と下端には括約筋があり、胃の内容物が食道や咽頭に逆流しないように防いでいる。胃液が食道に逆流すると、むねやけが起きる。

## (c) 胃

上腹部にある中空の臓器で、中身が空の状態では扁平<sup>へんぺい</sup>に縮んでいるが、食道から内容物が送られてくると、その刺激に反応して胃壁の平滑筋が弛緩し、容積が広がる（胃適応性弛緩）。

胃の内壁は粘膜で覆われて多くのひだをなしている。粘膜の表面には無数の微細な孔があり、胃腺<sup>いせん</sup>につながって胃液を分泌している。胃液には、蛋白質を消化する酵素であるペプシンと塩酸（胃酸）が含まれる。蛋白質がペプシンによって半消化された状態をペプトンという。胃酸は、胃内を強酸性に保って内容物が腐敗や発酵を起こさないようにする役目を果たしている。

胃液による消化作用から胃自体を保護するため、胃の粘膜表皮を覆う細胞から粘液が分泌

<sup>i</sup> 口腔内の常在細菌が糖質から産生する酸で歯が脱灰されることによって起こる歯の欠損。いわゆる「むし歯」。

<sup>ii</sup> リゾチームには細菌の細胞壁を分解する酵素作用のほか、消炎作用などもあり、生体防御因子として働く。唾液以外に、鼻汁や涙液にも含まれている。なお、医薬品に用いられる塩化リゾチームは、卵白から精製したものである。

されている。胃液分泌と粘液分泌のバランスが崩れると、胃の内壁が損傷を受けて胃痛等の症状を生じる。また、胃粘液に含まれる成分は、小腸におけるビタミンB12の吸収にも重要な役割を果たしている。

食道から送られてきた内容物は、胃の運動によって胃液と混和され、かゆ状となって小腸に送り出されるまで数時間、胃内に滞留する。滞留時間は、炭水化物主体の食品の場合には比較的短く、脂質分の多い食品の場合には比較的長い。

#### (d) 小腸

全長6～7mの管状の臓器で、十二指腸、空腸、回腸の3部分に分かれる。

十二指腸は、胃から連なる約25cmのC字型に彎曲した部分で、彎曲部には膵臓からの膵管と胆嚢からの胆管の開口部があって、それぞれ膵液と胆汁を腸管内へ送り込んでいる。

腸の内壁からは腸液が分泌され、十二指腸で分泌される腸液に含まれる成分の働きによって、膵液中のトリプシノーゲンがトリプシンになる。トリプシンは、胃で半消化された蛋白質（ペプトン）をさらに細かく消化する酵素である。

小腸のうち十二指腸に続く部分の、概ね上部2/5が空腸、残り約3/5が回腸であるが、明確な境目はない。空腸で分泌される腸液（粘液）に、腸管粘膜上の消化酵素（半消化された蛋白質をアミノ酸まで分解するエレブシン、炭水化物を単糖類（ブドウ糖、ガラクトース、果糖）まで分解するマルターゼ、ラクターゼ等）が加わり、消化液として働く。

小腸の運動によって、内容物がそれらの消化液（膵液、胆汁、腸液）と混和されながら大腸へと送られ、その間に消化と栄養分の吸収が行われる。

小腸は栄養分の吸収に重要な器官であるため、内壁の表面積を大きくする構造を持つ。十二指腸の上部を除く小腸の内壁には輪状のひだがあり、その粘膜表面は絨毛（柔突起ともいう）に覆われてピロード状になっている。絨毛を構成する細胞の表面には、さらに微絨毛が密生して吸収効率を高めている。

炭水化物と蛋白質は、消化酵素の作用によってそれぞれ単糖類、アミノ酸に分解されて吸収される。脂質については、消化酵素（リパーゼ）の作用によって分解を受けるが、小腸粘膜の上皮細胞で吸収されると脂質に再形成され、乳状脂粒（リポ蛋白質<sup>iii</sup>の一種）となる。その際、脂溶性ビタミンも一緒に取り込まれる。

#### (e) 膵臓

胃の後下部に位置する細長い臓器で、膵液を十二指腸へ分泌する。膵液は弱アルカリ性で、胃で酸性となった内容物を中和するのに重要である。膵液は、トリプシノーゲンのほか、デンプンを分解するアミロプシン（膵液アミラーゼ）、脂質を分解するリパーゼなど、多くの消化酵素を含んでいる。すなわち、膵臓は、炭水化物、蛋白質、脂質のそれぞれを消化するす

iii 脂質が蛋白質などの物質と結合した微粒子

べての酵素の供給を担っている。

また、膵臓は、消化腺であるとともに、血糖値を調節するホルモン（インスリン及びグルカゴン）等を血液中に分泌する内分泌腺でもある。

(f) 胆嚢、肝臓

胆嚢は、肝臓で産生された胆汁を濃縮して蓄える器官で、十二指腸に内容物が入ってくると収縮して腸管内に胆汁を送り込む。

胆汁に含まれる胆汁酸塩（コール酸、デオキシコール酸等の塩類）は、脂質の消化を容易にし、また、脂溶性ビタミンの吸収を助ける。腸内に放出された胆汁酸塩の大部分は、小腸で再吸収されて肝臓に戻される（腸肝循環）。

胆汁には、古くなった赤血球や過剰のコレステロール等を排出する役割もある。胆汁に含まれるビリルビン（胆汁色素）は、赤血球中のヘモグロビンが分解されて生じた老廃物で、腸管内に排出されたビリルビンは、腸管内に生息する常在細菌（腸内細菌）によって代謝されて、糞便を茶褐色にする色素となる。

肝臓は、体内で最も大きい臓器であり、横隔膜の直下に位置する。胆汁を産生するほかに、主な働きとして次のようなものがある。

i) 栄養分の代謝・貯蔵

小腸で吸収されたブドウ糖は、血液によって肝臓に運ばれてグリコーゲンとして蓄えられる<sup>iv</sup>。グリコーゲンは、ブドウ糖が重合してできた高分子多糖で、血糖値が下がったときなど、必要に応じてブドウ糖に分解されて血液中に放出される。皮下組織等に蓄えられた脂質も、一度肝臓に運ばれてからエネルギー源として利用可能な形に代謝される。

また、肝臓は、脂溶性ビタミンであるビタミンA、D等のほか、ビタミンB6やB12等の水溶性ビタミンの貯蔵臓器でもある。

ii) 生体に有害な物質の無毒化・代謝

消化管等から吸収された、又は体内で生成した、滞留すると生体に有害な物質を、肝細胞内の酵素系の働きで代謝して無毒化し<sup>v</sup>、又は体外に排出されやすい形にする。

医薬品として摂取された物質の多くも、肝臓において代謝される。

アルコールの場合、胃や小腸で吸収されるが、肝臓へと運ばれて一度アセトアルデヒド<sup>vi</sup>に代謝されたのち、さらに代謝されて酢酸となる。アミノ酸が分解された場合等に生成するアンモニアも、体内に滞留すると有害な物質であり、肝臓において尿素へと代謝される。

ヘモグロビンが分解して生じたビリルビンも肝臓で代謝されるが、肝機能障害や胆管閉

<sup>iv</sup> ブドウ糖からのグリコーゲン生成は、骨格筋の組織でも行われ、骨格筋もその収縮のエネルギー源としてグリコーゲンを蓄えている。グリコーゲンはエネルギー源としての貯蔵効率が脂質に比べて低いため、グリコーゲンとして蓄えられたのち、消費されない余剰分は徐々に脂質へと転換される。

<sup>v</sup> まれに物質によっては、代謝を受けて生体に有害な物質（発癌性等）となるものもある。

<sup>vi</sup> 二日酔いの症状は、体内での中間代謝物であるアセトアルデヒドの毒性によるものと考えられている。