



生物は、細菌やウイルス、カビの孢子など、さまざまな異物の侵入に絶えずさらされています。体内に異物が侵入した時には、それらの異物から体を守るさまざまなしくみが働き、体内環境を維持しています。

## 1

### 生体防御と免疫

生物には、異物の侵入を防いだり、侵入した異物を除去する**生体防御**のしくみがあります。

↓  
下表①の働き

生体防御には、病原体や有害物質などの**異物が体内に侵入するのを防ぐ**しくみと、体内に侵入した異物を体から排除する**「免疫」**というしくみがあります。

↑  
疫(病気)を免れる。下表②、③の働き

種類	主な働き	対象
① 物理的・化学的防御	皮膚や粘膜、血液凝固、涙・鼻水、だ液など	さまざまな異物
② 自然免疫	食作用・炎症反応、NK細胞 <small>ナチュラルキラー</small> による攻撃など	
③ 適応免疫 (獲得免疫)	体液性免疫	特定の異物 (特異的)
	細胞性免疫	

## 2

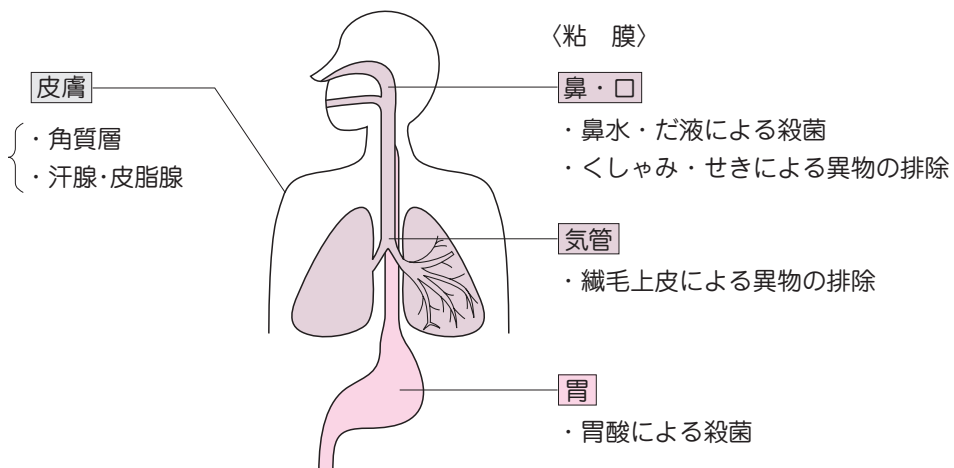
### 物理的・化学的防御

物理的・化学的防御は異物の侵入を防ぐ、第1の防御機構です。

❶ **皮膚** 表皮の最外層は**角質層**を形成して、体内の水分の蒸発を防ぐとともに、病原体などの侵入を防いでいます。死細胞とケラチンからなります

皮脂腺や汗腺などからの分泌物は、皮膚表面を**弱酸性**(pH 3～5)に保つことで、病原体の繁殖を防いでいます。汗には、**リゾチム**という殺菌酵素が含まれます。

❷ **粘膜** 体表以外は**粘膜**で外界と接していて、異物に対してさまざまな防御のしくみをもっています。



# 確認しよう！

## 1 生体防御と免疫

次の文中の空欄に適語を入れなさい。

生体には、体外から侵入した異物を除去する①\_\_\_\_\_のしくみがある。①\_\_\_\_\_には、異物の侵入を防ぐしくみと、体内に侵入した異物を排除する②\_\_\_\_\_というしくみがある。

異物の侵入を防ぐ方法には、③\_\_\_\_\_防御と④\_\_\_\_\_防御がある。前者の例には、皮膚の最外層の⑤\_\_\_\_\_が異物の侵入を防ぐことなどがある。また、後者の例には、皮脂腺や汗腺からの分泌物が⑥\_\_\_\_\_ (pH 3~5) に保たれて細菌などの繁殖を防ぐこと、また、汗には⑦\_\_\_\_\_という細菌の細胞壁を破壊する酵素が含まれていることなどがある。体表以外は、⑧\_\_\_\_\_が外界と接しており、さまざまな防御のしくみがある。

②\_\_\_\_\_は、大きく⑨\_\_\_\_\_免疫と⑩\_\_\_\_\_免疫に分けられる。

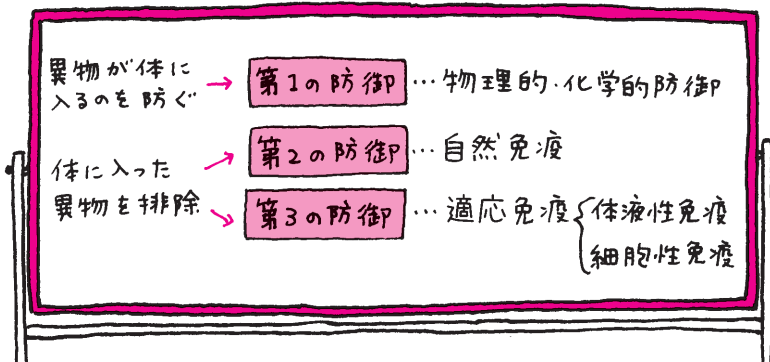
⑨\_\_\_\_\_免疫は、病原体に共通する特徴を幅広く認識して即座に働くしくみで、好中球や単球、樹状細胞やマクロファージなどによる⑪\_\_\_\_\_ (異物を細胞内に取り込んで消化する作用) で異物を排除したり、炎症反応、NK細胞による攻撃などがある。

⑨\_\_\_\_\_免疫で排除できなかった異物に対しては、次の防御機構として⑩\_\_\_\_\_免疫が働く。

⑩\_\_\_\_\_免疫では、異物に対して、リンパ球が⑫\_\_\_\_\_的に作用する。⑩\_\_\_\_\_免疫はリンパ球の働きから、B細胞などが抗体を作る⑬\_\_\_\_\_免疫と、キラーT細胞などががん細胞や感染細胞を直接攻撃する⑭\_\_\_\_\_免疫に分けられる。



- ① 生体防御 ② 免疫 ③ 物理的 ④ 化学的 ⑤ 角質層 ⑥ 弱酸性 ⑦ リゾチーム ⑧ 粘膜  
⑨ 自然 ⑩ 適応(獲得) ⑪ 食作用 ⑫ 特異 ⑬ 体液性 ⑭ 細胞性



### 3

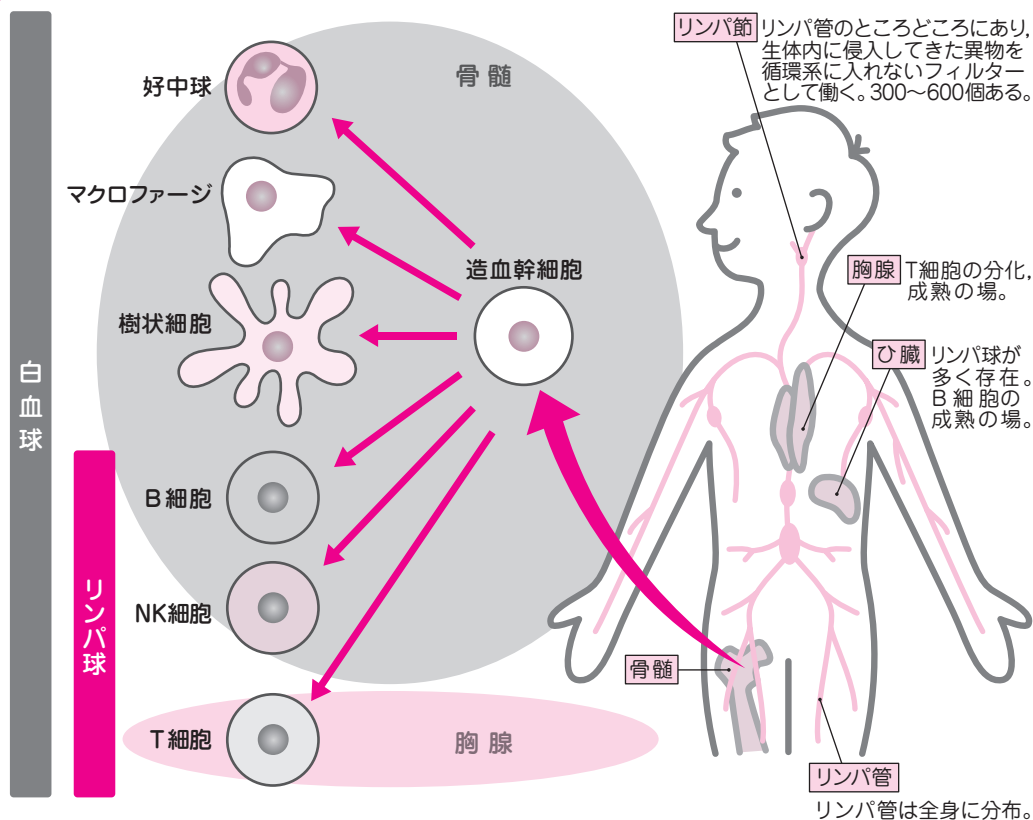
## 免疫で働く細胞

① **白血球** 血液中にあり、核をもち、呼吸色素をもたない細胞の総称です。骨髄

↑  
赤血球は核がなく、呼吸色素(ヘモグロビン)をもちます

にある**造血幹細胞**から作られ、いろいろな種類があります。免疫にかかわる**免疫細胞**として働きます。

② **白血球の種類と免疫に働く器官**



細胞内に顆粒を多く含む白血球。好中球のほかに、好塩基球、好酸球など

① **好中球** **顆粒白血球**の一種。食作用により、細菌などを排除します。

② **樹状細胞** **単球**から分化。食作用だけでなく、**抗原提示**を行います。

↑  
リンパ球により非自己と判断されたもの=抗原。抗原を断片にして細胞表面に提示すること

③ **マクロファージ** **単球**から分化。食作用だけでなく、**抗原提示**を行います。炎症を引き起こします。

④ **T細胞** **胸腺**(Thymus)で分化・成熟するリンパ球の一種。

ヘルパーT細胞：樹状細胞から抗原情報を受け取り、B細胞やマクロファージを活性化します。

キラーT細胞：樹状細胞から抗原情報を受け取り、感染細胞などを攻撃して排除します。

⑤ **B細胞** **骨髄**(Bone marrow)やひ臓で分化・成熟するリンパ球の一種。**抗体**を合成・放出します。**抗原提示**を行います。

⑥ **NK細胞** **ナチュラルキラー** 大型で殺傷能力が高いリンパ球の一種。ウイルスなどに感染した細胞や自己の腫瘍細胞を攻撃して排除します。

# 確認しよう！

## 2 免疫で働く細胞と器官

次の文と表の空欄に適語を入れなさい。

- ① 白血球とは、血液中に存在する、核をもち、呼吸色素をもたない細胞の総称である。① \_\_\_\_\_ にある② \_\_\_\_\_ 細胞から作られ、さまざまな種類がある。免疫にかかわる③ \_\_\_\_\_ として働く。

### ② 白血球の種類

種類	形状	特徴	働き
好中球		・細胞内に顆粒を多く含む (①) _____ 白血球の一種。 ・白血球の中で最も数が多い。	(②) _____ 作用により、主に細菌を排除する。
樹状細胞		(④) _____ から分化する、樹状不定形の細胞。	(②) _____ 作用で異物を取り込んで分解し、抗原提示する。
マクロファージ		(④) _____ から分化する、不定形の細胞。	(②) _____ 作用で異物を直接除去し、抗原提示する。炎症を引き起こす。
リンパ球	T細胞	・(④) _____ で分化・成熟する。 ・ヘルパーT細胞やキラーT細胞などがある。	・(⑤) _____ T細胞：樹状細胞から抗原情報を受け取り、B細胞やマクロファージを活性化する。 ・(⑥) _____ T細胞：樹状細胞から抗原情報を受け取り、感染細胞を攻撃して排除する。
	B細胞	骨髄や(⑦) _____ で分化・成熟する。	(⑧) _____ として働くタンパク質を合成・放出する。
	ナチュラルキラー NK細胞	大型で殺傷能力が高い。	(⑨) _____ などに感染した細胞や、自己の腫瘍細胞を攻撃して排除する。

### ③ 免疫で働く器官

- (1)リンパ管・リンパ節 リンパ管のところどころにある① \_\_\_\_\_ は、生体内へ侵入してきた有害物質(毒素・細菌など)を血液循環系に入れないうためのフィルターとして働く。
- (2)ひ臓 リンパ球が多く存在し、免疫機能を担う。② \_\_\_\_\_ 細胞が成熟する場。
- (3)胸腺 ③ \_\_\_\_\_ 細胞の分化、成熟が行われる。



- ① ① 骨髄 ② 造血幹 ③ 免疫細胞  
 ② ① 顆粒 ② 食 ③ 単球 ④ 胸腺 ⑤ ヘルパー ⑥ キラー ⑦ ひ臓 ⑧ 抗体 ⑨ ウイルス  
 ③ ① リンパ節 ② B ③ T

## 自然免疫

防御機構の第1段階である物理的・化学的防御をすり抜けて体内に異物が侵入すると、第2の防御機構として**自然免疫**が働きます。自然免疫は**好中球**・**樹状細胞**・**マクロファージ**の**食作用**による異物の排除と、**NK細胞**による攻撃などです。自然免疫は、病原体に共通する特徴を幅広く認識して、即座に働きます。

### ❶ 好中球による食作用

病原体などの異物が侵入すると、血管壁から血管外に**好中球**（白血球の中で最も数が多い）が直ちに移動します。好中球は取り込んだ異物とともに死んでしまうことが多く、平均寿命は短いです。 ↑ 好中球の死がいが集まったものが膿（うみ）です

### ❷ マクロファージ・樹状細胞による食作用

血液中の**単球**は、毛細血管を抜けて病原体などの異物が侵入した組織に移動し、その場で不定形の**マクロファージ**や**樹状細胞**に**分化**します。 細胞が形を変えること  
異物を取り込むと、取り込まれた異物は細胞内の**酵素**によって分解されます。

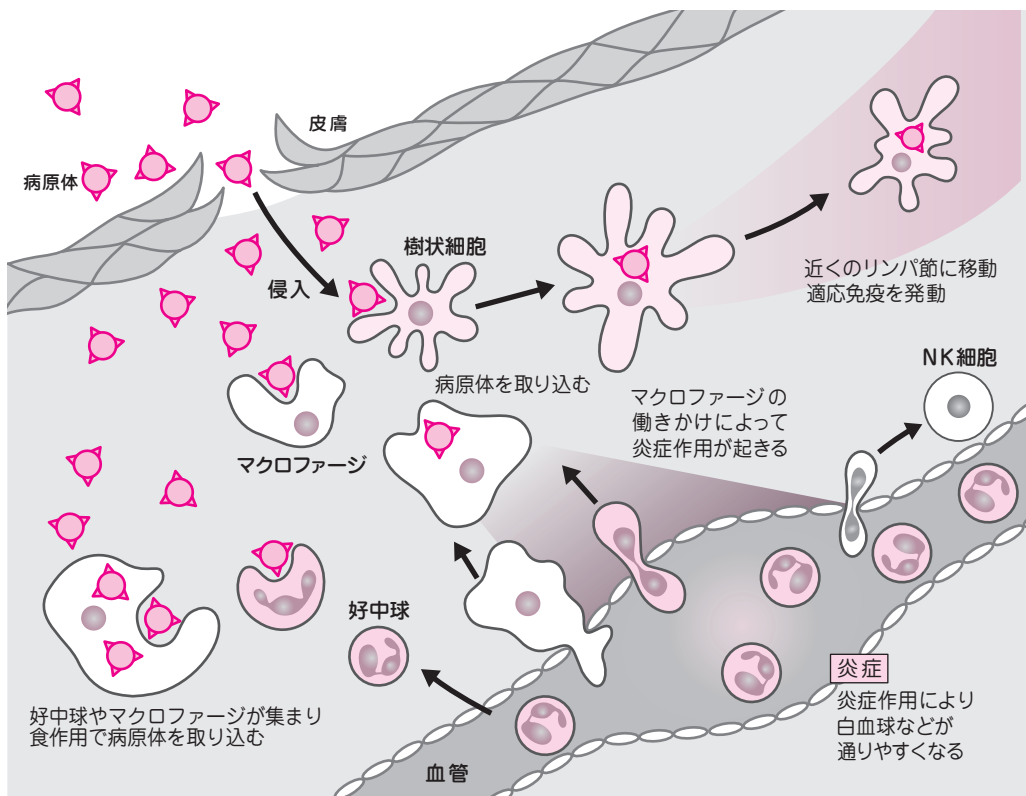
### ❸ 炎症と発熱

病原体などに感染した部位では、毛細血管が**拡張**して血液量が増え、白血球が感染した組織に移動します。その結果、その部位は赤く腫れた状態になります。これを**炎症**（炎症作用）と呼びます。

さらにマクロファージは血液中にインターロイキンという物質を放出して脳の視床下部に働きかけ、体温を上昇させます。**発熱**は、免疫細胞の活性を高めます。

### ❹ NK細胞

NK細胞は、ウイルスなどに感染した細胞やがん細胞を直接攻撃して破壊します。



# 確認しよう！

## 3 第2の防御機構

次の文中の空欄に適語を入れなさい。

皮膚や粘膜における第1段階の防御機構をすり抜けて侵入した異物に対しては、**①** \_\_\_\_\_ が働く。以下は、**①** \_\_\_\_\_ の流れを示している。

異物が侵入すると、緩んだ血管壁から血管外へ**②** \_\_\_\_\_ が移動する。**②** \_\_\_\_\_ は異物に向かって移動し、異物を細胞内に取り込み、細胞内の**③** \_\_\_\_\_ によって分解する。しかし、**②** \_\_\_\_\_ は取り込んだ異物とともに死んでいくことが多く、その死がいが集まったものが**④** \_\_\_\_\_ である。

また、血液中の**⑤** \_\_\_\_\_ は毛細血管を抜けて異物が侵入した組織へ移動し、その場で大型で不定形の**⑥** \_\_\_\_\_ に分化する。同じく**⑤** \_\_\_\_\_ から分化した**⑦** \_\_\_\_\_ とともに異物を取り込み、細胞内で**③** \_\_\_\_\_ によって分解する。

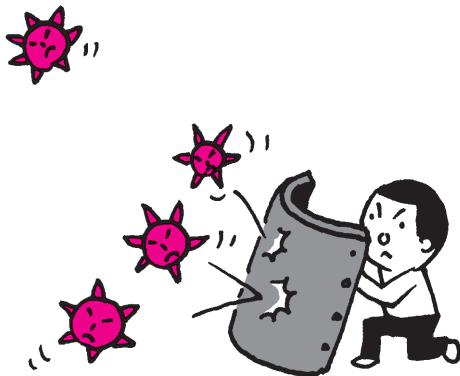
傷口などに病原菌が侵入すると、毛細血管が**⑧** \_\_\_\_\_ し、血液量が増加し、赤く腫れる。また、毛細血管の**⑨** \_\_\_\_\_ 性が高まり、水分が組織に出るため水ぶくれになったりする。この状態を**⑩** \_\_\_\_\_ と呼ぶ。

さらに、**⑥** \_\_\_\_\_ はインターロイキンという物質を血液中に放出し、脳の間脳視床下部に作用して体温が**⑪** \_\_\_\_\_ する。高い体温は細菌の増殖を**⑫** \_\_\_\_\_ したり、組織の修復を**⑬** \_\_\_\_\_ したりする。

ウイルスなどに感染した細胞やがん細胞に対しては、**⑭** \_\_\_\_\_ が直接攻撃して破壊する。



- ①** 自然免疫 **②** 好中球 **③** 酵素 **④** 膿 **⑤** 単球 **⑥** マクロファージ **⑦** 樹状細胞 **⑧** 拡張  
**⑨** 透過 **⑩** 炎症(炎症作用) **⑪** 上昇 **⑫** 抑制 **⑬** 促進 **⑭** NK細胞



# 5

## 適応免疫(獲得免疫)

自然免疫で排除できなかった異物に対しては、第3の防御機構である**適応免疫**(獲得免疫)が働きます。

適応免疫では、異物に対して**リンパ球**が**特異的**に作用し、**1度感染した異物の情報は記憶しています**。←免疫記憶といひます

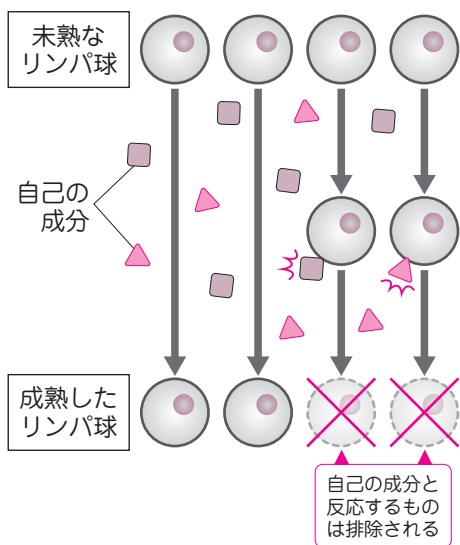
適応免疫はリンパ球の働きの違いから、**体液性免疫**と**細胞性免疫**に分けられます。

B細胞が働く ↑      ↑      キラーT細胞が働く

**1 抗原** 特異的な免疫反応(適応免疫のこと)を起こさせる異物を**抗原**と呼びます。抗原となるものには、細菌・カビ・ウイルスなどの病原体のほか、他の生物がもつタンパク質などの有機物・毒素、自分のがん細胞なども含まれます。

### 2 免疫寛容

個々のB細胞とT細胞は、1種類の抗原しか認識しません。しかし、さまざまな抗原を認識するB細胞やT細胞が次々と作られるため、リンパ球全体としてはあらゆる抗原を認識することができます。しかし、その中には、自己の成分を抗原として認識する細胞も生じます。ふつう、自己の成分を抗原と認識するB細胞やT細胞は成熟の過程で選別され、自ら死滅して排除されたり、免疫反応が生じないようになつたりしています。このように、ある抗原に対して、適応免疫の反応がみられない状態を**免疫寛容**といひます。



# 6

## 体液性免疫

**B細胞**が作る**抗体**が、**細胞外**に存在する抗原と結合して排除するしくみです。

← 体液中や細胞の表面

### 1 体液性免疫のしくみ

- ① 体内に**抗原**が侵入すると、**樹状細胞**や**マクロファージ**などは抗原を**食作用**によって分解し、異物の一部を細胞表面に移動させ、細胞外に提示します。これを、**抗原提示**といひます。また、**B細胞**も抗原を取り込み、抗原提示します。
- ② **ヘルパーT細胞**は樹状細胞に提示された抗原を認識し、活性化します。活性化したヘルパーT細胞は、同一の抗原を提示している**B細胞**の増殖を促進します。
- ③ 増殖したB細胞は、**形質細胞**(抗体産生細胞)に分化し、その抗原に特異的に結合する**抗体**を作り、血液中に放出します。←「生産」ではなく「産生」なので注意!
- ④ **抗体**は**抗原**と結合し、**溶菌**・**凝集**させて無毒化し、**排除**します。  
↑                      ↑                      ↑                      ↑  
抗原抗体反応      溶かす                      固める                      マクロファージなどに捕食されます
- ⑤ B細胞とヘルパーT細胞の一部は**記憶細胞**となって体内に残り、2回目以降の同じ抗原の侵入に備えます。

# 確認しよう！

## 4 自然免疫と体液性免疫

次の表の①, ②は, 自然免疫, 体液性免疫のどちらにみられる特徴か。①, ②どちらかを表中の空欄に入れ, 表を完成しなさい。

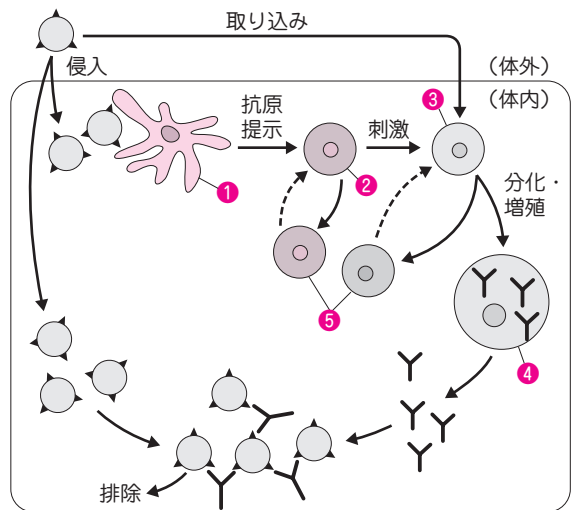
反 応		特 徴		自然免疫	体液性免疫
①	異物への対応	① 特異的	② 幅広い		
②	排除の方法	① 抗原抗体反応	② 食作用		
③	排除する力	① 毎回同じ	② 繰り返すと増大		
④	応答までの時間	① 速い	② 遅い		
⑤	関与する細胞	① B細胞	② 好中球		

こたえ

	①	②	③	④	⑤
自然免疫	②	②	①	①	②
体液性免疫	①	①	②	②	①

## 5 体液性免疫

異物が体内に侵入すると, ① \_\_\_\_\_ がそれらを取り込んで分解し, その情報を ② \_\_\_\_\_ に伝える。② \_\_\_\_\_ は同一の抗原を取り込んで抗原提示している ③ \_\_\_\_\_ を刺激する。③ \_\_\_\_\_ は分化・増殖して ④ \_\_\_\_\_ となり, 侵入した異物とだけ結合する物質を作って血液中に放出する。放出された物質は, 異物と特異的に結合して働きを抑える。② \_\_\_\_\_ と ③ \_\_\_\_\_ は分化・増殖するとき一部が ⑤ \_\_\_\_\_ となり, その後ある一定期間体内に残る。



- (1) 上の文と図の空欄に適語を入れなさい。
- (2) 下線部アの物質は何と呼ばれるか答えなさい。( )
- (3) 下線部イの反応を何と呼ぶか答えなさい。( )

こたえ

- (1) ① 樹状細胞 ② ヘルパーT細胞 ③ B細胞 ④ 形質細胞(抗体産生細胞) ⑤ 記憶細胞  
 (2) 抗体 (3) 抗原抗体反応

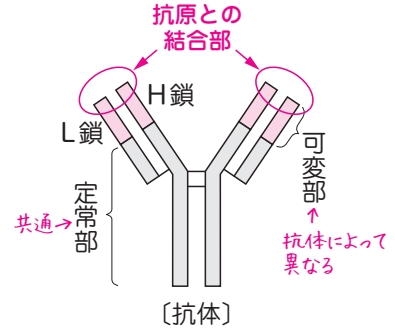


## 2 抗体の構造

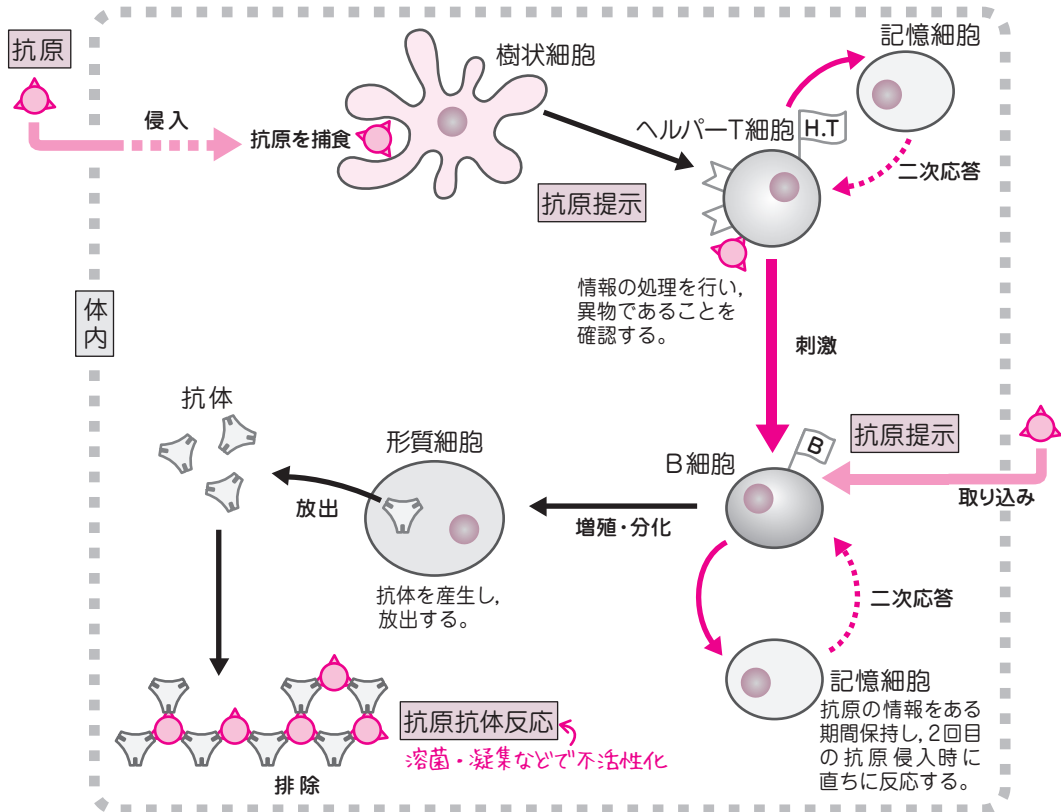
抗体は、**免疫グロブリン(Ig)**というタンパク質からなります。

抗体は、右図のように**H鎖(重鎖)**と**L鎖(軽鎖)**が2本ずつ、計4本のポリペプチド鎖がY字型に結合してできています。抗原と結合する**可変部**の構造は抗体によって異なり、可変部に合致する構造とだけ結合します。

1種類のB細胞が作る抗体の種類は1種類ですが、非常に多くの種類のB細胞が存在するので、多くの種類の抗原に対応できます。



## 3 体液性免疫のまとめ 図をよく見て理解しよう!



## 7

### 細胞性免疫

抗体が関係せずに、**キラーT細胞**が、ウイルスや細菌に感染した細胞・がん細胞・移植組織の細胞などを**直接攻撃**し、排除するしくみです。

#### 1 細胞性免疫のしくみ ※キラーT細胞の活性化にはヘルパーT細胞が働く場合もあります。

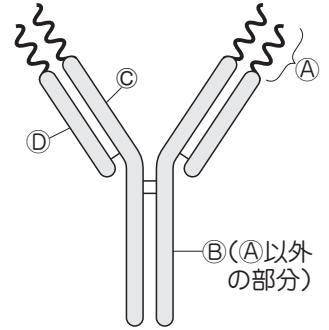
- ① 樹状細胞から抗原提示を受けた**ヘルパーT細胞**は、**マクロファージ**を活性化させ、マクロファージの**食作用**を促進します。
- ② 樹状細胞から抗原提示を受けた**キラーT細胞**は、ウイルスなどに感染した細胞や、**がん細胞**や**移植臓器**などを**直接攻撃**し破壊します。
- ③ キラーT細胞とヘルパーT細胞の一部は、記憶細胞として体内に残ります。

# 確認しよう！

## 6 抗体の構造

右図は抗体の模式図である。次の各問いに答えなさい。

- (1) このタンパク質の名称を答えなさい。  
( )
- (2) ①は特定の抗原と結合する部分である。何と呼ぶか。( )
- (3) ②は①を除く部分である。何と呼ぶか。  
( )
- (4) ③の鎖を何と呼ぶか。( )
- (5) ④の鎖を何と呼ぶか。( )
- (6) 1種類の抗体は、何種類の抗原に反応するか。( )



- (1) 免疫グロブリン (2) 可変部 (3) 定常部 (4) H鎖(重鎖) (5) L鎖(軽鎖)  
(6) 1種類

## 7 細胞性免疫

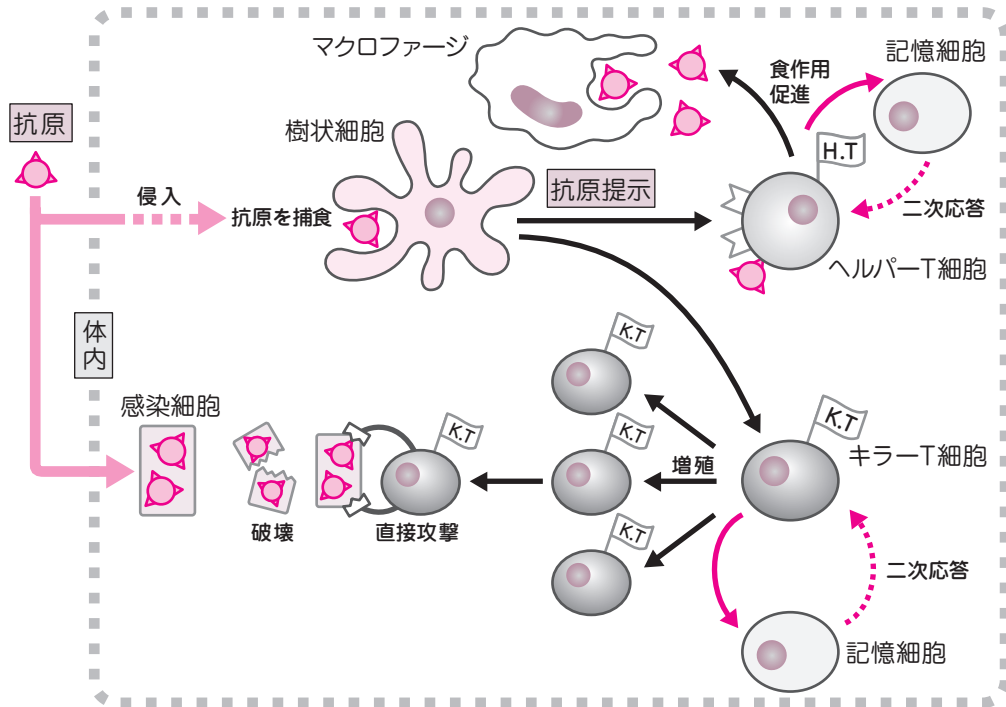
次の文中の空欄に適語を入れなさい。

- ① \_\_\_\_\_ は食作用によって得た抗原の情報を ② \_\_\_\_\_ と ③ \_\_\_\_\_ に伝える。このことを ④ \_\_\_\_\_ という。② \_\_\_\_\_ は ⑤ \_\_\_\_\_ の食作用を促進する。③ \_\_\_\_\_ はウイルスなどに感染した細胞を直接攻撃し、排除する。③ \_\_\_\_\_ は ⑥ \_\_\_\_\_ や移植をした組織なども攻撃の対象とする。
- ② \_\_\_\_\_ や ③ \_\_\_\_\_ の一部は、⑦ \_\_\_\_\_ として体内に残り、再度同じ抗原が侵入したときは速やかに働いてこれを排除する。



- ① 樹状細胞 ② ヘルパーT細胞 ③ キラーT細胞 ④ 抗原提示 ⑤ マクロファージ  
⑥ がん細胞 ⑦ 記憶細胞

**2 細胞性免疫のまとめ** 図をよく見て理解しよう!



**3 ヌードマウス** 偶然発見された、**胸腺**の無いマウス。無毛なのでヌードマウスと呼ばれます。このマウスは骨髄細胞があるのにT細胞が無いため、**T細胞**の分化に胸腺が重要な働きをしていることがわかりました。また、このマウスではB細胞は正常ですが、**抗体産生機能**もなくなっています。これは、T細胞が細胞性免疫だけでなく、B細胞を形質細胞へ分化させるのにも重要な働きをしているためです。

↑  
つまり、T細胞はすべての免疫応答に重要な働きをしています

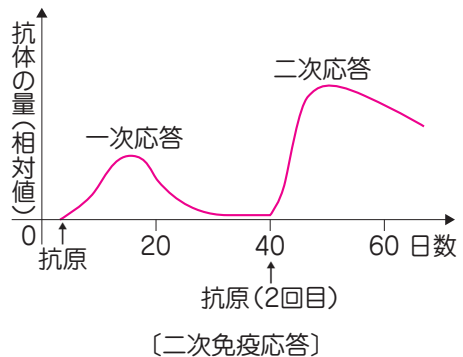
ヌードマウスは移植による**拒絶反応**も起こらないため、臓器移植の研究などに利用されています。

**8 免疫の記憶**

**1 一次応答** 異物が体内に侵入すると、免疫系はゆっくりと反応して1~2週間かけて抗体を作りますが、抗体量は多くなく、1ヶ月を過ぎるとほぼ0になります。これを一次応答と呼びます。

**2 二次応答** 刺激を受けたヘルパーT細胞とB細胞の一部は**記憶細胞**となって体内に残ります。記憶細胞は同じ抗原が体内に侵入したときには、一次応答よりも**抗体を速やかに大量に産生**し、しかも大量生産は1ヶ月以上も持続します。この反応を二次応答と呼びます。

「1度かかった病気にはかかりにくい」のは、この二次応答が働くためです。



# 確認しよう！

## 8 ノードマウス

次の文中の空欄に適語を入れなさい。

生まれつき①\_\_\_\_\_をもたないマウスをヌードマウスという。①\_\_\_\_\_が無いので、造血幹細胞から②\_\_\_\_\_を作ることができない。したがって、③\_\_\_\_\_免疫が起こらない。また、④\_\_\_\_\_免疫も不十分である。移植による拒絶反応が起こらないので、⑤\_\_\_\_\_の研究や感染症やがん細胞の研究に利用されている。



① 胸腺 ② T細胞 ③ 細胞性 ④ 体液性 ⑤ 臓器移植

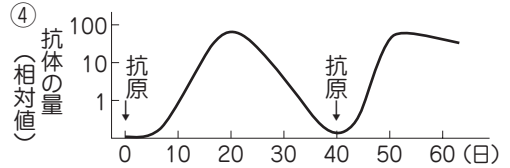
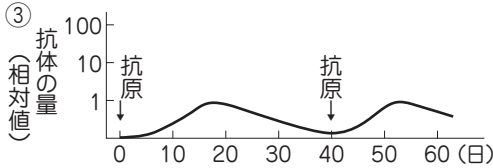
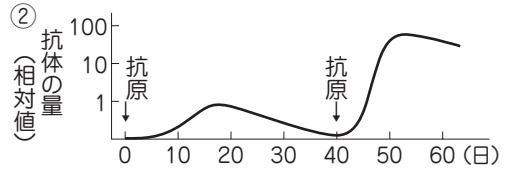
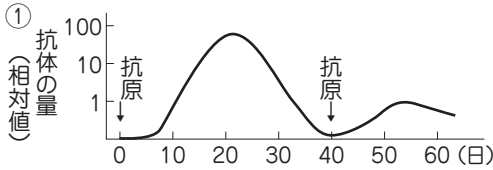
## 9 免疫の記憶

一度、適応免疫の働きによって排除された抗原と同じ抗原が再び体内に侵入すると、①\_\_\_\_\_の働きによって速やかに排除され、発病しにくい。このような反応を②\_\_\_\_\_といい、抗体は速やかに大量に産生される。

(1) 上の文中の空欄に適語を入れなさい。

(2) 文中②のグラフとして適切なものを、次の①～④から1つ選びなさい。

( )



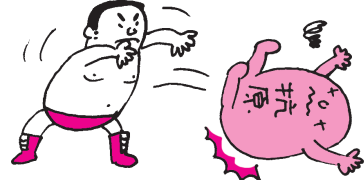
(1) ① 記憶細胞 ② 二次応答 (2) ②

体液性免疫は



飛び道具(抗体)を使う  
忍者のよう

細胞性免疫は



道具を使わず  
直接攻撃するプロレスラーのよう



免疫は病原体などの異物からからだを守り健康な状態を保っていますが、その機能が低下しても過剰に起こっても、身体には支障をきたします。私たちの体には、免疫応答の異常によるさまざまな病気があります。

## 1

## 免疫力の低下による病気

## ① 日和見感染

病気・ストレス・加齢などによって免疫力が低下すると、健康なヒトでは通常発病しない病原性の低い病原体に感染し、発病することがあります。

例 カンジダ症 カンジダはカビの一種で、ヒトの皮膚や粘膜などいろいろなところに寄生します

## ② エイズ (AIDS, 後天性免疫不全症候群)

↑  
Acquired Immunodeficiency Syndrome

Human Immunodeficiency Virus

↓  
HIV(ヒト免疫不全ウイルス)に感染すると、適応免疫の中心であるヘルパーT細胞を破壊するため、細胞性免疫と体液性免疫の両方が働かなくなります。そのため、免疫機能が著しく低下し、日和見感染を起こします。

↑  
カリニ肺炎, カポシ肉腫など

## ③ がん

無制限に分裂・増殖するようになった細胞をがん細胞と呼び、体の中で日常的に少しずつ生じていますが、NK細胞や細胞性免疫により排除されています。

## 2

## 免疫の異常反応

## ① アレルギー

異物に対する免疫反応が過剰に起こり、からだに不利益をもたらすことをアレルギーと呼びます。

食物アレルギー, じんましん, 喘息, 花粉症などはアレルギーです。

アレルギーを引き起こす物質をアレルゲンと呼びます。

① 即時型アレルギー アレルゲン摂取後, 数秒~数分で症状が出ます。体液性免疫が関係し, 抗原抗体反応によります。

2回目のアレルゲン侵入時に, 特に激しい症状が現れる反応をアナフィラキシーと呼びます。

② 遅延型アレルギー アレルゲン摂取後, 1~2日後に症状が出ます。細胞性免疫が関係します。ツベルクリン反応(p. 144を参照)はこの応用です。

## ② 自己免疫疾患

自分自身の正常な細胞や組織を過剰に攻撃する疾患です。

例 関節リウマチ(関節細胞が標的), I型糖尿病(インスリンの分泌細胞が標的)



# 確認しよう！

## 1 免疫力の低下による病気

エイズ(AIDS)は①\_\_\_\_\_の感染によって②\_\_\_\_\_細胞が破壊されることが原因となって起こる。②\_\_\_\_\_細胞が破壊されると、③\_\_\_\_\_が正常に働かなくなり、健康なヒトでは感染しても発症しない病原体で発病する④\_\_\_\_\_を起こす。

また、⑤\_\_\_\_\_は無制限に分裂・増殖をするようになった上皮細胞にできる悪性の⑤\_\_\_\_\_細胞が増えることによって起こる。⑤\_\_\_\_\_細胞は日常的に体内で少しずつ生じているが、⑥\_\_\_\_\_細胞や⑦\_\_\_\_\_免疫によって排除されている。しかし加齢などにより免疫機能が低下すると、⑤\_\_\_\_\_細胞が増えて発症する。

(1) 上の文中の空欄に適語を入れなさい。

(2) AIDSの正式名称を、日本語で書きなさい。

( )

(3) ①のウイルスの正式名称を、日本語で書きなさい。

( )

(4) ④の具体的な病名を2つ書きなさい。

( )



- (1) ① HIV ② ヘルパーT ③ 適応免疫 ④ 日和見感染 ⑤ がん ⑥ NK ⑦ 細胞性  
(2) 後天性免疫不全症候群 (3) ヒト免疫不全ウイルス  
(4) カリニ肺炎, カポジ肉腫(順不同)

## 2 免疫の異常反応

次の文中の空欄に適語を入れなさい。

食物や花粉などに対して免疫反応が過剰に起こることを①\_\_\_\_\_といい、この現象の原因となる抗原を②\_\_\_\_\_という。

①\_\_\_\_\_には、刺激を受けると直ちに症状が現れる③\_\_\_\_\_型①\_\_\_\_\_と、1～2日たってから症状が現れる④\_\_\_\_\_型①\_\_\_\_\_がある。

③\_\_\_\_\_型①\_\_\_\_\_の中で、2回目の②\_\_\_\_\_侵入時に激しい症状が現れる反応を⑤\_\_\_\_\_と呼ぶ。



- ① アレルギー ② アレルゲン ③ 即時 ④ 遅延 ⑤ アナフィラキシー

## 免疫の医療への応用

### 1 予防接種

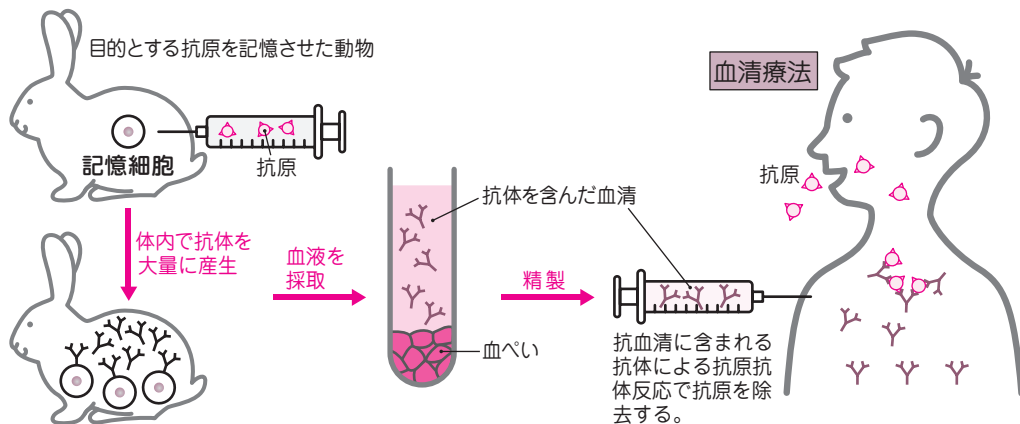
**適応免疫**では、1度かかった感染症に対して強い抵抗力を長くもち続けます。この性質を利用して、病原体を弱めたり無毒化したりして作った抗原である**ワクチン**を接種して、**抗体**や**記憶細胞**を作らせ、**免疫記憶**を成立させます。

例 インフルエンザ、結核(BCG)、天然痘(種痘)、ポリオ(ソークワクチン)

### 2 血清療法

毒ヘビにかまれた時などのように、毒素を速やかに排除しなければならない時は、**抗体を含む血清**を直接注射します。抗体は、あらかじめ他の動物に抗原を接種して抗体を作らせ、その血清を採取して得ます。

例 ヘビ毒、ジフテリア、破傷風など緊急を要する場合



### 3 ツベルクリン反応

**結核菌**に対する**記憶細胞**の有無を調べる方法です。結核菌のタンパク質(抗原)を皮下に注射すると、結核菌に対する**免疫記憶**ができている場合には**細胞性免疫**により、**赤く腫れます**。

↑  
陰性(腫れなかった)の場合には、ワクチンであるBCGを接種します

### 4 ABO式血液型

抗体には、抗原の有無にかかわらず生まれつきもっているものもあります。

赤血球の表面には、2種類の抗原(凝集原; A型とB型)があります。それらに対する抗体(凝集素)も2種類あり、抗A抗体( $\alpha$ )と抗B抗体( $\beta$ )と呼びます。

ABO式の血液型はこの抗原と抗体の組合せによって4種類に分けられます(右表参照)。抗原と抗体が出会うと、抗原抗体反応を起こし、**赤血球が凝集**して塊を作ります。

〔ABO式血液型〕

血液型	A	B	AB	O
凝集原	A型	B型	A型 B型	なし
凝集素	$\beta$	$\alpha$	なし	$\alpha$ と $\beta$

Aと $\alpha$   
Bと $\beta$  } → 凝集(危険)

・輸血の時もこの組合せにならないように行う。

※A型+B型は、Aと $\alpha$ 、Bと $\beta$ が出会うので危険。

# 確認しよう！

## 3 免疫の医療への応用

感染性の病気を予防するため、適応免疫の① \_\_\_\_\_ を利用する場合がある。この場合、 $\gamma$ 無毒化または弱毒化した毒素を② \_\_\_\_\_ としてあらかじめ接種し、体内に抗体や③ \_\_\_\_\_ 細胞を作らせておく。この方法を④ \_\_\_\_\_ と呼ぶ。

また、へび毒のように緊急を要する場合は、その毒素に対する抗体を注射することによって体内に入った毒を取り除く。この治療法を⑤ \_\_\_\_\_ という。この抗体は、あらかじめ毒素を他の動物に接種して作らせている。

(1) 上の文中の空欄に適語を入れなさい。

(2) 下線部アのことを何と呼ぶか答えなさい。( )



- (1) ① 二次応答 ② 抗原 ③ 記憶 ④ 予防接種 ⑤ 血清療法  
 (2) ワクチン

## 4 ツベルクリン反応

次の文中の空欄に適語を入れなさい。

ツベルクリン反応では、赤く腫れる(陽性)の場合は結核菌に対する記憶細胞は存在① \_\_\_\_\_ が、赤く腫れない(陰性)場合には記憶細胞は存在② \_\_\_\_\_ 。

そのため、③ \_\_\_\_\_ 性の場合には、無毒化した結核菌(BCG)を注射して、免疫記憶を成立させる。



- ① している ② しない ③ 陰

## 5 ABO式血液型

下表は、ヒトのABO式血液型における凝集原と凝集素を示したものである。

- (1) 凝集素 $\alpha$ の入った抗A血清で凝集反応が起こる血液型をすべて答えなさい。( )
- (2) 凝集素 $\beta$ の入った抗B血清で凝集反応が起こる血液型をすべて答えなさい。( )
- (3) 抗A血清、抗B血清のどちらとも凝集反応を起こさない血液型をすべて答えなさい。( )

血液型	A	B	AB	O
凝集原	A	B	AとB	なし
凝集素	$\beta$	$\alpha$	なし	$\alpha$ と $\beta$



- (1) A型、AB型 (2) B型、AB型 (3) O型





(1) ①, ②, ③を体液性免疫と細胞性免疫に分けなさい。

体液性免疫〔 〕 細胞性免疫〔 〕

(2) 図中の空欄①～④に適語を入れなさい。

## こたえ

### 1 免疫細胞

答 (1) 白血球

(2) ① - ⑥ ② - ⑦ ③ - ⑧ ④ - ⑨ ⑤ - ⑩ ⑥ - ⑪ ⑦ - ⑫

(3) ①, ③, ⑦

解説 血球の中で、免疫に関係するのは白血球です。白血球は骨髄で造血幹細胞から作られます。

食作用をもつ細胞(食細胞)は、防御の第2ラインで食作用を行います。

リンパ球にはB細胞, T細胞, NK細胞があります。キラーT細胞とNK細胞は、食作用ではなく、攻撃対象の細胞の細胞膜に穴をあけるなどして細胞を破壊します。

### 2 生体防御

答 a - ① b - ② c - ③ d - ④ e - ⑤

解説 物理的・化学的防御は防御の第1段階であり、粘膜や分泌液によって殺菌・排除する方法は多くあります。

膿は好中球などが食作用を行った結果死んだ、死がいの塊などからなります。

### 3 適応免疫

答 (1) 体液性免疫 - ① 細胞性免疫 - ②, ③

(2) ① ヘルパーT細胞 ② B細胞 ③ キラーT細胞 ④ 抗体

解説 適応免疫(獲得免疫)は体液性免疫と細胞性免疫に分けられます。

さらに、細胞性免疫はキラーT細胞が働く③だけでなく、ヘルパーT細胞によってマクロファージの食作用が増強される働き②も含まれることを忘れないようにしましょう。

形質細胞は抗体産生細胞とも呼ばれます。別名も覚えておきましょう。