

28

第2章 体内環境の維持

生体防御

今回のポイント ①生体防御には、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排除するしくみ(免疫)とがある。

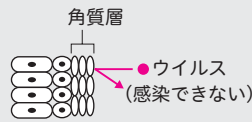
免疫には、自然免疫(下表②)と、適応免疫(体液性免疫と細胞性免疫、下表③)がある

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	白血球による食作用・炎症反応, ナチュラルキラーNK細胞による攻撃など		
③ 適応免疫 (獲得免疫)	体液性免疫	抗体が, 抗原に特異的に反応して排除	特定の異物
	細胞性免疫	キラーT細胞などにより, がん細胞や感染細胞を排除	

②物理的・化学的防御：異物の侵入を防ぐ、第1の防御機構。

角質層

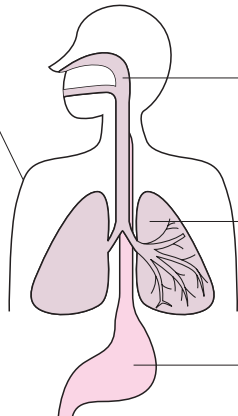
- ・表皮の最外層。ケラチンと死細胞からなり, 病原体の侵入を防ぐ。
- ・体内の水分の蒸発を防ぐ。



- 皮膚
- ・角質層
 - ・汗腺・皮脂腺

汗腺・皮脂腺

- ・分泌物は皮膚表面を弱酸性 (pH3 ~ 5) に保ち, 細菌の繁殖を防ぐ。
- ・汗にはリゾチーム (細菌の細胞壁を破壊する酵素) が含まれる。



〈粘膜〉 ← 体表以外は粘膜で外界と接している

- ・鼻水・だ液による殺菌
- ・くしゃみ・せきによる異物の排除

- ・強酸性の胃酸による殺菌
- 気管支
- ・繊毛上皮による異物の排除
-

確認しよう!

生物には、病原体などの異物が体内に侵入するのを防いだり、体内に侵入した異物を排除する働きがある。このしくみを^ア _____ という。

^ア _____ の第1段階には、皮膚の最外層である^イ _____ や粘液によって直接的に異物の侵入を防ぎ排除する^ウ _____ 防御と、汗や消化液などの殺菌成分によって異物を排除する^エ _____ 防御がある。

答 ア 生体防御 イ 角質層 ウ 物理的 エ 化学的

定期テストによく出る問題を解いてみよう!

1 次の文の空欄に適語を入れよ。

生体には、異物の侵入を防いだり、体内に侵入した異物を排除する 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。

異物の侵入を防ぐしくみには、③ 防御と、④ 防御がある。③ 防御の例には、皮膚の最外層である ⑤ が異物の侵入を防ぐことなどがある。また、④ 防御の例には、皮脂腺や汗腺からの分泌物が ⑥ (pH3~5) に保たれて細菌などの繁殖を防ぐこと、汗や涙には 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 が外界と接していて、さまざまな防御のしくみがある。

一方、② は、⑨ 免疫と ⑩ 免疫とに分けられる。さらに、⑩ 免疫は体液性免疫と細胞性免疫に分けられる。

①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	
⑦	
⑧	
⑨	
⑩	

2 生体防御には、①物理的防御、②化学的防御、③自然免疫、④適応免疫の4つのしくみがある。次の(1)~(7)の働きは、①~④のどのしくみに該当するか。適するしくみの番号を答えよ。

- (1) 食物に含まれる病原体は、強酸性の胃酸により殺菌される。
- (2) 体内に侵入した細菌を、白血球による食作用で排除する。
- (3) がん細胞や感染細胞を、キラーT細胞が攻撃する。
- (4) 気管支の繊毛の働きによって、異物を体外に排出する。
- (5) 皮膚の最外層は角質で覆われ、異物の侵入を防いでいる。
- (6) 血液中の抗体が、異物と特異的に反応して排除する。
- (7) 汗や涙には細菌の細胞壁を破壊するリゾチームが含まれる。

(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	
(6)	
(7)	

3 次の各問に答えよ。

- (1) 生体防御に関わる皮膚の最外層を何というか。
- (2) (1)は、死細胞と何からできているか。
- (3) 汗に含まれる細菌の細胞壁を破壊する酵素の名称を答えよ。
- (4) 皮膚が弱酸性に保たれている理由を簡潔に述べよ。

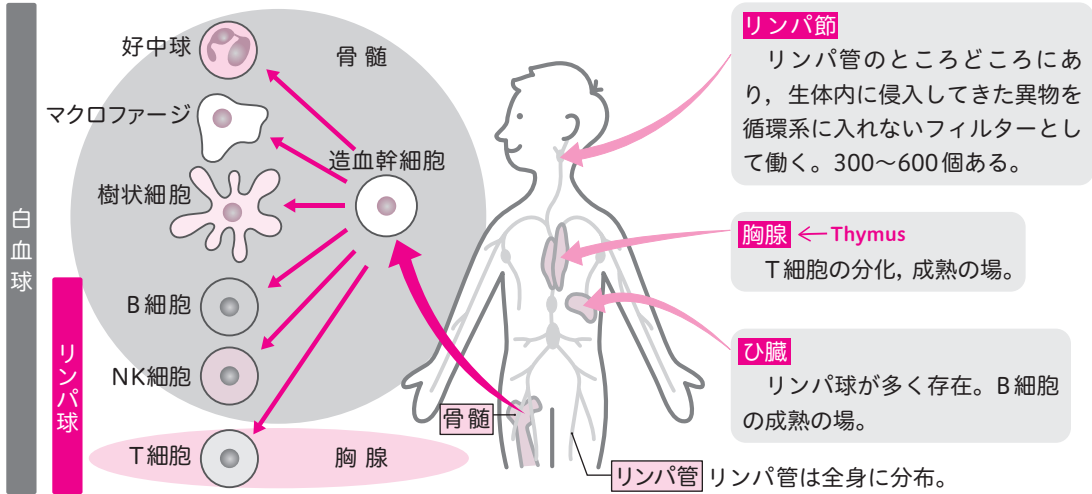
(1)	
(2)	
(3)	
(4)	

- 答** 1 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)
 2 (1) ② (2) ③ (3) ④ (4) ① (5) ① (6) ④ (7) ②
 3 (1) 角質層 (2) ケラチン(タンパク質) (3) リゾチーム (4) 細菌の繁殖を抑制するため。

29 免疫で働く細胞

今回のポイント ①白血球の種類と免疫に働く器官

↑免疫細胞として働く、核をもちヘモグロビンをもたない細胞。骨髄にある造血幹細胞からつくられる



②白血球の働き

白血球の種類	働き		
好中球	顆粒白血球(細胞内に顆粒を多く含む白血球)の一種。食作用により、細菌などを排除。好中球が一番多い。他に、好塩基球、好酸球など	自然免疫	
マクロファージ	単球から分化。食作用だけでなく、抗原提示を行う。炎症を引き起こす。 抗原提示: 抗原(非自己と判断されたもの)を断片にして、細胞表面に提示すること。	自然免疫 適応免疫	
樹状細胞	単球から分化。食作用だけでなく、抗原提示を行う。	自然免疫 適応免疫	
B細胞	骨髄やひ臓で分化・成熟するリンパ球の一種。抗体を合成・放出する。 抗原提示を行う。	適応免疫	
T細胞	ヘルパーT細胞	胸腺で分化・成熟するリンパ球の一種。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。	適応免疫
	キラーT細胞	胸腺で分化・成熟するリンパ球の一種。感染細胞などを攻撃して排除する。	適応免疫
ナチュラルキラーNK細胞	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がんなどの腫瘍細胞を攻撃して排除する。生まれつき(ナチュラル)の殺傷細胞	自然免疫	




確認しよう!

白血球は、血液中に存在する、^ア _____ をもち、^イ _____ をもたない細胞の総称である。白血球は^ウ _____ にある^エ _____ 細胞からつくられ、さまざまな種類がある。免疫に関わる^オ _____ として働く。

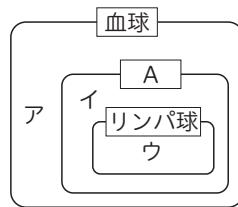
答 ア 核 イ ヘモグロビン ウ 骨髄 エ 造血幹 オ 免疫細胞

定期テストによく出る問題を解いてみよう!

1 下表の空欄に適語を入れよ。

白血球の種類	形状	特徴	働き
① _____		・細胞内に顆粒を多く含む顆粒白血球の一種。 ・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。
③ _____		単球から分化する、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。
④ _____		単球が分化した、不定形の細胞。	② _____ 作用で異物を直接除去し、抗原提示する。炎症を起こす。
リンパ球		・⑥ _____ で分化・成熟する。 ・ヘルパーT細胞とキラーT細胞がある。	・ヘルパー⑤ _____ : 樹状細胞から抗原情報を受け取り、⑦ _____ やマクロファージを活性化する。 ・キラー⑤ _____ : 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。
		⑦ _____	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	⑨ _____ などに感染した細胞や、がんなどの腫瘍細胞を攻撃して排除する。

2 右図は免疫細胞の分類を示している。次の各問に答えよ。



- 図中のAの細胞名を答えよ。
- 図のア～ウの分類に入るものを、次からそれぞれすべて選べ。
 - ① B細胞 ② 赤血球 ③ 樹状細胞
 - ④ NK細胞 ⑤ マクロファージ ⑥ 血小板
 - ⑦ T細胞 ⑧ 好中球
- (2)の①～⑧の中から、食作用をもつ細胞をすべて選べ。

- (1) { _____ }
- (2) {
ア {
イ {
ウ {
}
- (3) { _____ }

3 次の各問に答えよ。

- T細胞を成熟・分化させる器官を何というか。
- 造血幹細胞からリンパ球をつくり出す組織を何というか。

- (1) { _____ }
- (2) { _____ }

答 1 ① 好中球 ② 食 ③ 樹状細胞 ④ マクロファージ ⑤ T細胞 ⑥ 胸腺 ⑦ B細胞 ⑧ 抗体 ⑨ ウィルス
 2 (1) 白血球 (2) ア-②, ⑥ イ-③, ⑤, ⑧ ウ-①, ④, ⑦ (3) ③, ⑤, ⑧
 3 (1) 胸腺 (2) 骨髄

30

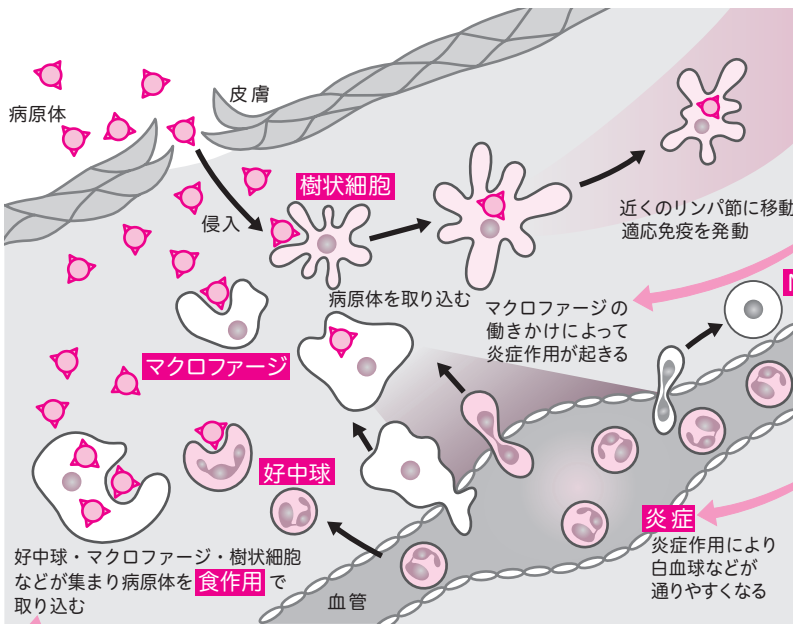
第2章 体内環境の維持

自然免疫

今回のポイント 第1の防御機構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**が働く。自然免疫は**病原体に共通する特徴を幅広く認識**し、食作用などにより排除する。

自然免疫のしくみ

- ①好中球・樹状細胞・マクロファージによる**食作用**。
- ②NK細胞による感染細胞への攻撃。
- ③それらを効果的に行うために**発熱**と**炎症**が起こる。



参考

さらにマクロファージは血液中にインターロイキンを放出し、視床下部に働きかけ、体温を上昇させる。**発熱**は免疫細胞の活性を高める。

NK細胞
がん細胞や感染細胞を攻撃・破壊する

病原体に感染した部位では、毛細血管が拡張して血液量が増え、赤く腫れる。

食作用によって取り込まれた異物は、細胞内の酵素によって分解される。

確認しよう!

第1の防御機構をすり抜けて体内に侵入した異物は、第2の防御機構として、ア _____ ・ イ _____ ・ ウ _____ などのエ _____ 細胞のオ _____ 作用によって排除される。また、カ _____ 細胞は感染細胞などを攻撃して破壊する。これらの反応はク _____ 免疫と呼ばれる。



NK細胞は、ウイルスに感染した細胞やがん細胞を、**食作用でなく傷害して排除**するんだ。これも自然免疫だよ。

答 ア 白血球 イ 樹状細胞 ウ マクロファージ エ 食 オ NK カ 自然

31

第2章 体内環境の維持

適応免疫(1) 体液性免疫

今回のポイント ①自然免疫で排除できなかった異物に対しては、第3の防御機構として**適応免疫**が働く。適応免疫には、**体液性免疫**と**細胞性免疫**がある。

体液性免疫のしくみ

非自己と認識された異物 → **抗原**

侵入

抗原を捕食

樹状細胞

抗原提示

ヘルパーT細胞 (H.T)

記憶細胞

二次応答

情報の処理を行い、異物であることを確認する。

刺激

取り込み

抗原提示

B細胞

二次応答

記憶細胞
抗原の情報のある期間保持し、2回目の抗原侵入時に直ちに反応する。

②ヘルパーT細胞

は提示された抗原を認識し、**B細胞**に刺激を与えて増殖を促進する。

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**をつくる。

⑤ B細胞とT細胞の一部は**記憶細胞**となって体内に残る。

① **樹状細胞**が食作用で抗原を分解し、抗原の一部を細胞表面に**抗原提示**する。**B細胞**も抗原を取り込み**抗原提示**する。

④ 抗体は抗原と結合して(**抗原抗体反応**)、抗原を無毒化する。

体内

抗体

形質細胞

放出

抗体を産生し、放出する。

増殖・分化

抗原抗体反応

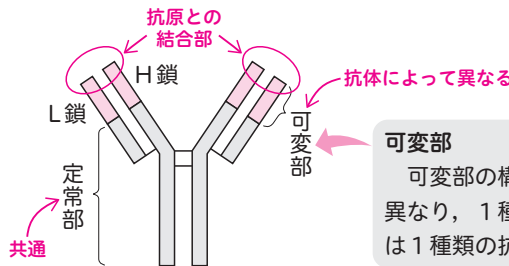
溶菌・凝集などで不活性化

排除

②**抗体の構造**：抗体は、**免疫グロブリン**というタンパク質でできている。

抗体の構造

- ・**免疫グロブリン**というタンパク質でできている。
- ・短い**L鎖**と長い**H鎖**が、2本ずつY字型に結合してできている。



可変部

可変部の構造は抗体によって異なり、1種類の抗原に対しては1種類の抗体しか働かない。

確認しよう!

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^ア 免疫が働く。免疫反応を起こさせる細菌・カビ・ウイルス・タンパク質などの、非自己と判断された異物を^イ という。^ウ 免疫では^エ に対してリンパ球が^オ 的に作用し、1度感染した異物の情報は記憶される。これを^カ という。^キ 免疫は、B細胞が働く^ク 免疫と、キラーT細胞が働く^ケ 免疫に分けられる。

答 ア 適応(獲得) イ 抗原 ウ 特異 エ 免疫記憶 オ 体液性 カ 細胞性

定期テストによく出る問題を解いてみよう!

1 次の文を読んで、下の各問に答えよ。

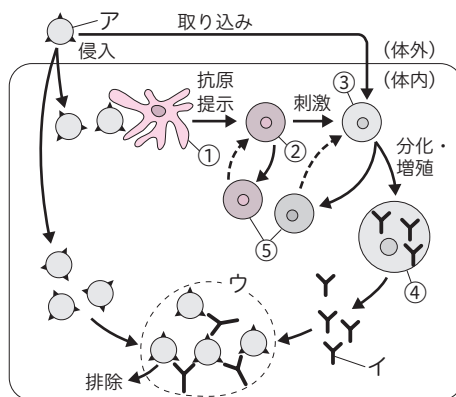
細菌などの ① が体内に侵入すると、② 細胞やマクロファージなどの食細胞が ① を取り込み分解する。② 細胞は分解した ① の一部を、細胞表面に提示する。提示された ① の情報を ③ 細胞が認識し、③ 細胞は、侵入した ① を取り込んで抗原提示している ④ 細胞の増殖と分化を促進する。④ 細胞は ⑤ 細胞に分化し、① と特異的に結合する ⑥ を血液中に放出する。⑥ は ① と結合し、溶菌・凝集させて ① を無毒化する。

- (1) 上の文中の空欄に適語を入れよ。
- (2) 下線部ア、下線部イの反応を、それぞれ何というか答えよ。
- (3) 上の文で説明される免疫のしくみを何というか答えよ。

- (1) ① }
 ② }
 ③ }
 ④ }
 ⑤ }
 ⑥ }
 (2) ア }
 イ }
 (3) { }

2 下図は体液性免疫のしくみである。次の各問に答えよ。

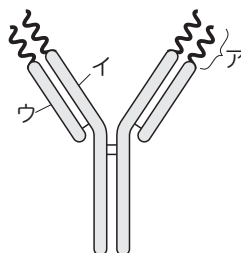
- (1) 図中①～⑤の細胞名をそれぞれ答えよ。
- (2) ア、イは何か、それぞれ答えよ。
- (3) ウの反応を何と呼ぶか答えよ。
- (4) 図中①～③の細胞は体のどこでつくられるか答えよ。
- (5) 1種類のイは何種類のアに対応するか答えよ。



- (1) ① }
 ② }
 ③ }
 ④ }
 ⑤ }
 (2) ア }
 イ }
 (3) { }

3 右図について答えよ。

- (1) このタンパク質の名称を答えよ。
- (2) アは特定の抗原と結合する部分である。アの名称を答えよ。
- (3) イとウの名称をそれぞれ答えよ。



- (1) { }
- (2) { }
- (3) イ }
 ウ }

- 答**
- 1** (1) ① 抗原 ② 樹状 ③ ヘルパー-T ④ B ⑤ 形質(抗体産生) ⑥ 抗体
 (2) ア-抗原提示 イ-抗原抗体反応 (3) 体液性免疫
 - 2** (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) ア-抗原 イ-抗体 (3) 抗原抗体反応 (4) 骨髄 (5) 1種類
 - 3** (1) 免疫グロブリン (2) 可変部 (3) イ-H鎖 ウ-L鎖

32

第2章 体内環境の維持

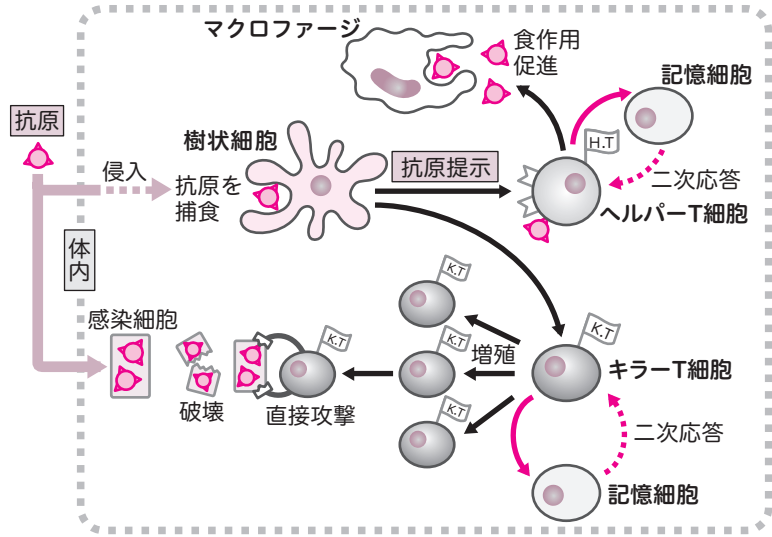
適応免疫(2) 細胞性免疫

今回のポイント

①細胞性免疫のしくみ

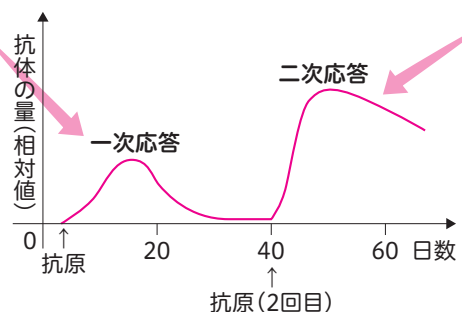
抗体をつくらず、キラーT細胞が感染細胞やがん細胞・移植臓器を直接攻撃する免疫

- 1 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、マクロファージはより活発に食作用を行う。
- 2 抗原提示を受けた **キラーT細胞** は、感染細胞やがん細胞、移植臓器の細胞などを**直接攻撃し排除する**。
- 3 ヘルパーT細胞とキラーT細胞の一部は **記憶細胞** となって体内に残る。



②免疫の記憶：一次応答と二次応答

- 1 **一次応答**
ある抗原が始めて体内に侵入すると、1~2週間かけて抗体をつくる。
・抗体量は少ない。
・1ヶ月を過ぎると、抗体はほぼ0になる。



- 2 **二次応答**
ある抗原が再び体内に侵入すると、1回目の侵入時にできた**記憶細胞**が速やかに応答し、抗原を排除する。
↑
そのため、1度かかった病気にはかかりにくい
・**速く大量に**抗体がつけられる。
・1ヶ月以上も抗体生産が続く。

③免疫寛容：自己の成分に反応するT細胞やB細胞は、死滅して排除されたり、働きが抑制されたりしている。このように、自分自身に対して免疫が働かない状態を**免疫寛容**という。

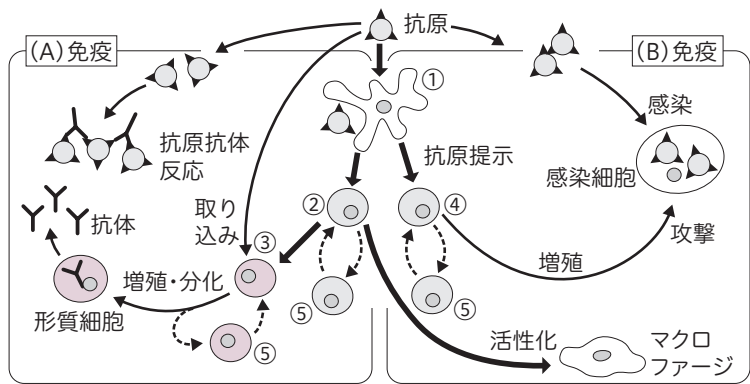
確認しよう!

適応免疫は、^ア 細胞が分化した細胞である^イ 細胞がつくる^ウ によって異物を排除する^エ 免疫と、^オ 細胞が感染細胞などを直接攻撃するか^カ 免疫とに分けられる。また、自分自身に対しては免疫が働かない状態を^キ という。

答 ア B イ 形質 ウ 抗体 エ 体液性 オ キラーT カ 細胞性 キ 免疫寛容

定期テストによく出る問題を解いてみよう!

1 下図は適応免疫のしくみを模式的に表したものである。以下の各問に答えよ。



(1) A }
B }

(2) ① _____
② _____
③ _____
④ _____
⑤ _____

- (1) 図中のA, Bに適語を入れよ。
 (2) 図中の①～⑤の名称を、次からそれぞれ1つずつ選べ。
 ア. B細胞 イ. ヘルパーT細胞 ウ. キラーT細胞
 エ. 記憶細胞 オ. 樹状細胞
 (3) 図中のB免疫で④の細胞が攻撃するものには、感染細胞の他にどのようなものがあるか、2つあげよ。

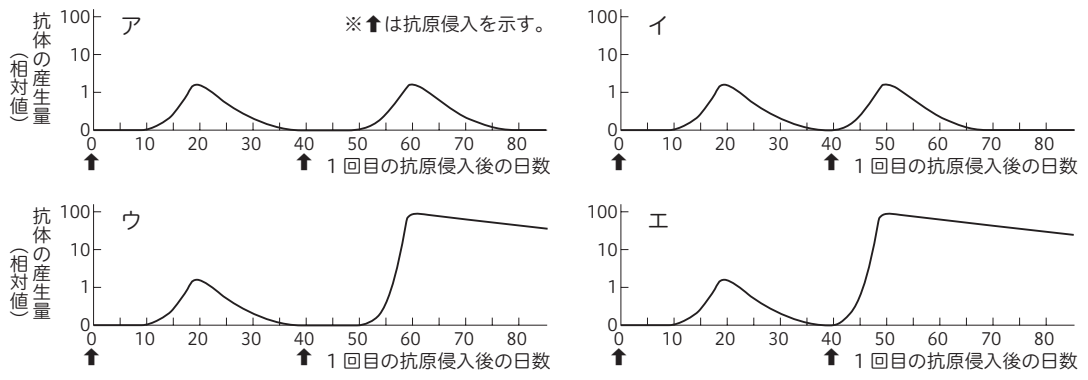
(3) { _____ }
{ _____ }

2 適応免疫では、一度適応免疫で排除された抗原と同じ抗原が再び体内に侵入すると、①の働きによって素早くその抗原に対する②や③細胞がつくられ、速やかに抗原が排除されて発病しにくい。このような反応を④という。

(1) ① _____ }
② _____ }
③ _____ }
④ _____ }

- (1) 上の文中の空欄に適語を入れよ。
 (2) 文中④のグラフとして適当なものを、次から1つ選べ。

(2) [_____]



答 1 (1) A - 体液性 B - 細胞性 (2) ① - オ ② - イ ③ - ア ④ - ウ ⑤ - エ (3) がん細胞, 移植臓器 (順不同)
解説 2 (1) ① 記憶細胞 ② 抗体 ③ キラーT ④ 二次応答 (2) エ
 2 (2) 1度目の感染よりも、速く、大量の抗体がつくられる。