

生物>免疫学>生体防御反応

問1 唾液中の β -アミラーゼは、グラム陰性菌の細胞壁のペプチドグリカン分解して殺菌効果を示す。

誤
唾液中に含まれるリゾチームがペプチドグリカン分解して殺菌効果を発揮する。

問2 ラクトフェリンは、亜鉛を含むタンパク質であり、ヒトの母乳に大量に含まれ、細菌やウイルスに対して幅広い防御効果を示す。

誤
ラクトフェリンは、鉄を含むタンパク質であり、細菌やウイルスに対して幅広い防御効果を示す

問3 好中球、マクロファージ、樹状細胞などに発現する Toll 様レセプター (TLR) は、微生物に由来する特徴的な分子構造を認識する。

正

問4 樹状細胞は、抗原提示能力の高い細胞であり、抗原に初めて出会う T 細胞を活性化できる。

正

問5 マクロファージは、抗体でオプソニン化された細菌を効率よく貪食する。

正

問6 マクロファージの細胞膜に存在する Toll 様レセプター (TLR) は、細菌表面の特徴的な構造を認識する免疫グロブリンである。

誤
マクロファージの細胞膜に存在する Toll 様レセプター (TLR) は、免疫グロブリンでなく、抗原を識別するパターン認識受容体の一種である。

問7 T 細胞と抗原提示細胞間の認識において、MHC が重要な役割をはたす。

正

問8 インターフェロン(IFN)- γ は、マクロファージを活性化し、その殺菌作用を強化する。

正

問9 補体は主として、感染時に抗原刺激を受けた B 細胞により産生される。

誤
補体は主として、肝臓で産生される。

問10 補体は、その遺伝子が再構成されて、多様な抗原結合特異性を獲得する。

誤
補体は、その遺伝子が再構築されて、多様な抗原結合特異性を獲得することはない。

問11 補体成分の分解生成物の中には、血管透過性を亢進させるものがある。

正

問12 病原体の表面に結合した C3b は、食細胞による取り込みを促進する。

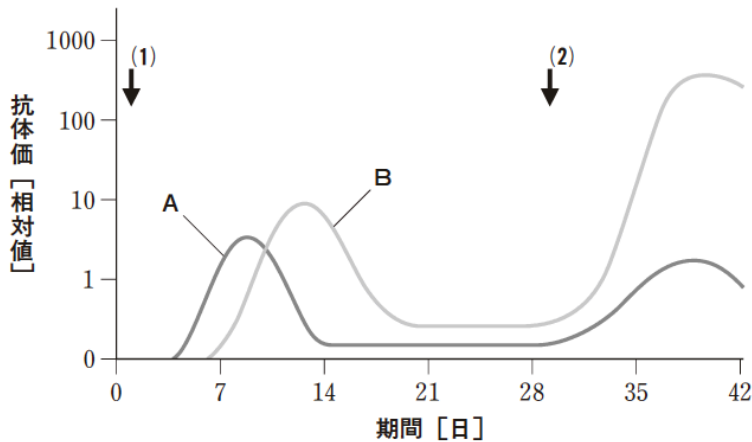
正

生物>免疫学>生体防御反応

- | | |
|--|---|
| 問 13 補体系の活性化は、病原体表面に結合した抗体が補体成分を加水分解することにより始まる。 | 誤
補体系の活性化には、古典経路（第1経路）、第2経路、レクチン経路が存在し、どの経路においても抗体が補体成分を加水分解することで開始されることはない。 |
| 問 14 補体の3つの活性化経路には、いずれもキナーゼ（リン酸化酵素）の連鎖反応が関わっている。 | 誤
補体の活性化には、古典経路、第2経路、レクチン経路があり、いずれの経路においてもタンパク質分解酵素による連鎖反応が関わっている。 |
| 問 15 補体活性化の古典経路は、レクチンが微生物表面のマンノースやマンナンを認識することで始まる。 | 誤
古典経路は、抗原と結合した抗体（抗原抗体複合体）に第1成分（C1）が結合することで活性化される。 |
| 問 16 病原体の表面にC3bが結合すると、C3b受容体を介して食細胞による病原体の貪食が促される。 | 正 |
| 問 17 C5bの生成は、膜侵襲複合体（MAC）形成の引き金となり、病原体が破壊される。 | 正 |
| 問 18 IgMは初回の免疫により分泌される主要な抗体である。 | 正 |
| 問 19 IgEは健常人の血液中で最も濃度の低い抗体である。 | 正 |
| 問 20 IgGとIgMは胎盤を通過できる。 | 誤
IgMは胎盤を通過できない。胎盤を通過できるのは、IgGのみである。 |
| 問 21 IgAを消化液中での分解から保護する分泌成分は、小腸上皮細胞のポリIg受容体由来する。 | 正 |

第100回 問119

下図は、ある抗原をマウスに投与したときの血液中の抗体価を調べた実験結果である。実験では、同一の抗原を矢印(1)及び(2)で示す時期に投与した。曲線A及びBは、それぞれIgGあるいはIgMのいずれかの測定値である。これに関連する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。



- 1 曲線AはIgG、曲線BはIgMの測定値をそれぞれ示している。
- 2 曲線Bの30日目以降に認められる抗体価の急激な上昇には、記憶細胞の形成が関与する。
- 3 (2)の抗原投与の後、曲線Bのように急激に抗体価が上昇する現象は、自然免疫の特徴である。
- 4 (2)の抗原投与の後、曲線Aに比べ曲線Bがより顕著に上昇する現象には、抗体のクラススイッチが関与する。

【解説】

- 1 誤：一次免疫応答（ある抗原が生体に初めて侵入したときに起こる免疫反応）では、先にIgMが産生され、次にIgGが産生される。よって、曲線A：IgM、曲線B：IgGの測定値をそれぞれ示している。
- 2 正：曲線Bの30日目以降に認められる抗体価の急激な上昇は、2度目の抗原刺激によるものであり、一次免疫応答で形成された記憶細胞の形成が関与している。
- 3 誤：(2)の抗原投与の後、曲線Bのように急激に抗体価が上昇する現象は、獲得免疫の特徴である。
- 4 正：クラススイッチとは、産生する抗体の可変部（V領域）のアミノ酸配列は変化することなく、定常部（C領域）のアミノ酸配列が変化する現象のことである。一次免疫応答により一部のB細胞はクラススイッチによりIgGを産生することができる記憶細胞となる。そのため、(2)の抗原投与後、曲線Aに比べ曲線Bがより顕著に上昇する現象がみられる。

【解答】 2、4

第100回 問120

感染防御に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 ケモカインは、好中球及びマクロファージを感染局所に誘引するが、好酸球には作用しない。
- 2 マクロファージの細胞膜に存在する Toll 様レセプター (TLR) は、細菌表面の特徴的な構造を認識する免疫グロブリンである。
- 3 好中球の NADPH オキシダーゼにより、スーパーオキシドアニオンが生成する。
- 4 細胞小器官の一つであるゴルジ体は、細菌を取り込んだ食胞 (ファゴソーム) と融合し、食胞内の細菌の消化・分解を促す。
- 5 インターフェロン(IFN)- γ は、マクロファージを活性化し、その殺菌作用を強化する。

【解説】

- 1 誤：ケモカインとは、白血球遊走作用をもつサイトカインの総称である。ケモカインには、好中球、マクロファージ、好酸球やT細胞、NK細胞などを感染局所に誘引する作用を有するものがある。
- 2 誤：マクロファージの細胞膜に存在する Toll 様レセプター (TLR) は、免疫グロブリンでなく、抗原を識別するパターン認識受容体の一種である。なお、B細胞の表面には、抗原を特異的に認識するための受容体として免疫グロブリンが発現している。
- 3 正：好中球が抗原を貪食すると、NADPH オキシダーゼにより酸素から活性酸素であるスーパーオキシドアニオンが生成され、それにより、取り込んだ抗原を殺菌・消化分解している。
- 4 誤：本設問の記述は、リソソームに関する記述である。なお、ゴルジ体は、分泌物の合成及び排泄物を蓄積する機能を有する細胞小器官である。
- 5 正：インターフェロン(IFN)- γ は、マクロファージを活性化し、その殺菌作用、腫瘍傷害作用、オートファジー機能を促進する。

【解答】 3、5

第101回 問119

補体に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 補体は主として、感染時に抗原刺激を受けたB細胞により産生される。
- 2 補体は、その遺伝子が再構成されて、多様な抗原結合特異性を獲得する。
- 3 補体成分の分解生成物の中には、血管透過性を亢進させるものがある。
- 4 病原体の表面に結合したC3bは、食細胞による取り込みを促進する。
- 5 補体系の活性化は、病原体表面に結合した抗体が補体成分を加水分解することにより始まる。

【解説】

- 1 誤：補体は主として、肝臓で産生される。
- 2 誤：補体は、その遺伝子が再構築されて、多様な抗原結合特異性を獲得することはない。なお、遺伝子が再構築されて、多様な抗原結合特異性を獲得するのは抗体である。
- 3 正：補体成分の分解生成物である C3a、C4a、C5a は、アナフィラトキシンと呼ばれ、肥満細胞、好塩基球に作用し、ヒスタミンなどを遊離させることで血管透過性を亢進させる。
- 4 正：病原体の表面に結合した C3b や C4b は、食細胞（マクロファージ、好中球）による病原体の取り込みを促進する。なお、この作用をオプソニン作用という。
- 5 誤：補体系の活性化には、古典経路（第 1 経路）、第 2 経路、レクチン経路が存在し、どの経路においても抗体が補体成分を加水分解することで開始されることはない。

【解答】 3、4

第 102 回 問 15

初回の免疫により最も早期に分泌される抗体のクラスはどれか。1つ選べ。

- 1 IgA 2 IgD 3 IgE 4 IgG 5 IgM

【解説】

初回免疫応答（一次免疫応答）で最も早期に分泌される抗体は IgM である。なお、同一抗体における二回目以降の免疫応答（二次免疫応答）では IgG が急速かつ大量に産生される。

【解答】 5

第 103 回 問 14

T 細胞が分化・成熟する一次リンパ器官はどれか。1つ選べ。

- 1 リンパ節 2 胸腺 3 脾臓
4 副腎 5 骨髄

【解説】

一次リンパ器官とは、リンパ球の産生・分化が起こる器官のことであり、「胸腺」「骨髄」などがそれに該当する。

・胸腺

胸腺では、骨髄で産生された T 細胞の前駆細胞が分化・成熟する。

・骨髄

骨髄では、血球細胞が分化することに加え、B 細胞が分化成熟し、自己反応性の B 細胞が除去される。

【解答】 2

第 104 回 問 15

母乳中で二量体として存在し、乳児の感染防御を担う免疫グロブリンはどれか。1つ選べ。

- 1 IgA
- 2 IgD
- 3 IgE
- 4 IgG
- 5 IgM

【解説】

母乳中で二量体として存在し、乳児の感染防御を担う免疫グロブリンは IgA である。

【解答】 1

第 104 回問 116

ヒトの免疫担当細胞に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 特異的な抗原を認識した B 細胞は、ヘルパー T 細胞の助けを受けて、抗体産生細胞へと分化する。
- 2 マクロファージの細胞表面にある Fc 受容体は、外来菌体成分と直接結合する。
- 3 肥満細胞は、B 細胞に対する抗原提示能を有する。
- 4 活性化したヘルパー T 細胞上に発現した CTLA-4 (細胞傷害性 T リンパ球抗原-4) 分子は、その細胞自身に抑制性シグナルを伝える受容体として働く。
- 5 ナチュラルキラー細胞は、抗原感作を受けて初めて腫瘍細胞やウイルス感染細胞に対する傷害性を有する。

【解説】

- 1 正：得意的な抗原を認識した B 細胞は、抗原を細胞内に取り込み分解後、そのペプチド断片を 2 型ヘルパー細胞 (Th2) へ提示する。抗原提示した B 細胞は 2 型ヘルパー細胞 (Th2) から分泌されるサイトカインにより刺激を受け形質細胞 (抗体産生細胞) へと分化する。
- 2 誤：マクロファージの細胞表面にある Fc 受容体は、免疫グロブリンの Fc 領域と結合する受容体であり、外来菌体成分と直接結合しない
- 3 誤：肥満細胞は、B 細胞に対する抗原提示能は有していない。
- 4 正：活性化したヘルパー T 細胞上に発現した CTLA-4 (細胞傷害性 T リンパ球抗原-4) 分子は、CD80/86 と結合することにより CD28 による共刺激シグナルの発生を抑制するとともに、T 細胞に抑制シグナルを伝える。

<参考：T 細胞の活性化>

T 細胞の活性化には、TCR、CD4/CD8 と MHC 分子抗原ペプチド断片複合体が結合することにより発生するシグナル (第 1 シグナル) に加え、抗原提示細胞の CD80/86 と T 細胞の CD28 が結合することにより発生する共刺激シグナルを必要とする。

生物>免疫学>生体防御反応

- 5 誤：ナチュラルキラー細胞は、抗原感作を受けることなく腫瘍細胞やウイルス感染細胞に対する傷害性を示す。

【解答】 1、4

第105回 問117

補体の活性化と機能に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 補体の3つの活性化経路には、いずれもキナーゼ（リン酸化酵素）の連鎖反応が関わっている。
- 2 補体活性化の古典経路は、レクチンが微生物表面のマンノースやマンナンを認識することで始まる。
- 3 C3a や C5a は、過剰な炎症反応を抑制する。
- 4 病原体の表面に C3b が結合すると、C3b 受容体を介して食細胞による病原体の貪食が促される。
- 5 C5b の生成は、膜侵襲複合体（MAC）形成の引き金となり、病原体が破壊される。

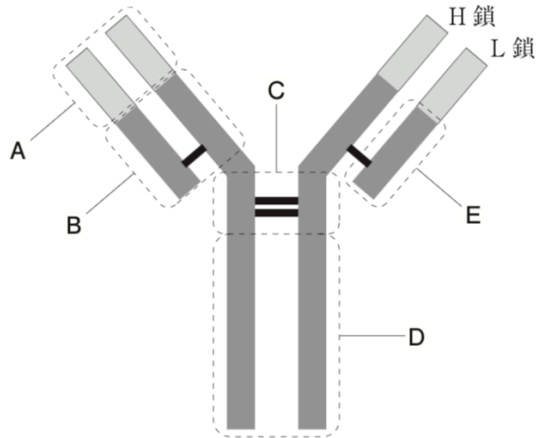
【解説】

- 1 誤：補体の活性化には、古典経路、第2経路、レクチン経路があり、いずれの経路においてもタンパク質分解酵素による連鎖反応が関わっている。
- 2 誤：古典経路は、抗原と結合した抗体（抗原抗体複合体）に第1成分（C1）が結合することで活性化される。なお、レクチン経路は、微生物表面のマンノースを含む糖鎖にマンノース結合タンパク質が結合することにより開始される。
- 3 誤：C3a、C5a は、アナフィラトキシンとよばれ、好塩基球、肥満細胞に作用し、ヒスタミンなどを遊離させ炎症を誘発する。
- 4 正：食細胞表面には C3b に対する受容体（捕食レセプター）が存在している。病原体の表面に C3b が結合すると、捕食レセプターを介して食細胞による病原体の貪食が促される（この作用をオプソニン化という）。
- 5 正：C5b の生成は、膜侵襲複合体（MAC）形成の引き金となる。MAC は、病原体の細胞膜に穴をあけて細胞を破壊する。

【解答】 4、5

第107回 問118

図は、ヒト免疫グロブリンG (IgG) の構造を模式的に示したものである。領域A～領域Eで示したIgGの部分構造に関する記述のうち、正しいのはどれか。2つ選べ。



- 1 領域Aは、個体ごとに決められた一定のアミノ酸配列を示す。
- 2 領域Bで、N-結合型の糖鎖修飾がなされている。
- 3 領域Cでは、2本のH鎖がシステイン残基間で共有結合している。
- 4 領域Dは、マクロファージの細胞膜上の受容体に結合する。
- 5 領域Eにより、IgGのサブクラスが決定される。

【解説】

- 1 誤：領域Aは可変部であり、同一個体であってもB細胞ごとにアミノ酸配列が異なる。
- 2 誤：免疫グロブリンは糖タンパク質であり、D領域に存在するアスパラギン残基に糖鎖が結合することでN-結合型の糖鎖修飾がなされている。
- 3 正：領域Cでは、2本のH鎖がシステイン残基間でジスルフィド結合（共有結合）している。
- 4 正：マクロファージの細胞膜上には、IgGのFc部に対する受容体（Fc γ 受容体）が存在しており、IgGのFc部（領域D）が結合する。
- 5 誤：IgGには4つのサブクラス（IgG1、IgG2、IgG3、IgG4）が存在し、H鎖定常部によりサブクラスが決定される。

【解答】 3、4

第108回 問15

自然免疫系に認識される、グラム陰性菌に特徴的な構造はどれか。1つ選べ。

- 1 フラジェリン
- 2 ペプチドグリカン
- 3 リポ多糖 (LPS)
- 4 二本鎖 RNA (dsRNA)
- 5 β -グルカン

【解説】

自然免疫は、身体の外から侵入してくる病原体に対する初期の防御機構であり、病原体に対して非特異的な応答を引き起こし、病原体の分子構造に応じたパターン認識受容体 (PRR) を介して病原体を認識する。

グラム陰性菌は、外膜にリポ多糖を含んでおり、リポ多糖は、病原性に関与し、自然免疫によって認識されます。具体的には、リポ多糖は、Toll 様受容体 4 (TLR4) を介して炎症性サイトカインの産生を誘導する。この炎症応答は、グラム陰性菌に対する免疫応答であり、細胞外液の炎症性サイトカインの放出を引き起こす。

【解答】 3

第109回 問117

抗体とそのクラススイッチに関する記述のうち、誤っているのはどれか。1つ選べ。

- 1 クラススイッチは、抗体可変部の遺伝子再編成の後にB細胞で生じる。
- 2 最初に産生される抗体のクラスは、IgMである。
- 3 クラススイッチにより変化する領域は、重鎖（H鎖）に存在する。
- 4 すべての抗体のクラススイッチは、転写産物であるRNAの選択的スプライシングの違いで生じる。
- 5 クラススイッチは、T細胞との細胞間相互作用やサイトカインにより制御される。

【解説】

- 1 正しい

クラススイッチとは、最初にB細胞で産生されるIgMの定常領域が抗原などの刺激により他のタイプの抗体（IgG、IgA、IgEなど）に変化することである。抗体が産生される際、抗体可変部の遺伝子再編成の後、IgMが産生され、その後、B細胞においてクラススイッチが行われる。

- 2 正しい

解説1参照

- 3 正しい

クラススイッチにより変化する領域は、重鎖（H鎖）の定常部に存在する。

- 4 誤っている

IgMからIgG、IgA、IgEに変化するクラススイッチでは、酵素（AID：Activation-induced cytidine deaminase）が働くことでDNAの組換えが起こり、特定の抗体をコードする遺伝子が活性化される。

- 5 正しい

クラススイッチは、T細胞との細胞間相互作用やサイトカインにより調節される。T細胞は、抗原提示細胞から抗原提示を受けた後、B細胞上のCD40に結合し、B細胞を活性化することでクラススイッチを誘導する。また、T細胞は、クラススイッチの誘導に関与するサイトカイン（IL-4、5、13など）を産生し、適切なクラスの抗体の産生に関与する。

【解答】 4