

免疫のシステム～見分けて、伝えて、やっつける

目的

- 体内環境を守るしくみとして、3段階の防衛ラインがあることがわかる。
- 第1の防衛ラインでは、物理的・化学的に異物の侵入を防いでいることがわかる。
- 第2、第3の防衛ラインでは、体内環境に侵入してきた「異物」を見分けて排除することがわかる。
- 「異物」の情報がどのように伝わっていくかがわかる（細胞の情報伝達システム）。
- 「異物」がどのように処理されているかがわかる。
- 免疫のしくみに関係するヒトの様々な疾患について、いくつかの具体例とともにわかる。

課題1 第1の防衛ラインに関して、物理的防御（「壁」が異物の侵入を防ぐ）と化学的防御（化学物質によって撃退し異物の侵入を防ぐ）は具体的にどのようなものかそれぞれ説明せよ。

課題2 第2の防衛ラインにおいて、マクロファージはどのように「異物」を処理しているか説明せよ。

課題3 細胞性免疫において、以下の①～③を説明せよ。

- ①異物を見分けているのはどの細胞か。
- ②実際に異物を処理するのは、どの細胞がどんな方法で行っているのか。
- ③異物の情報はどう受け渡されていくのか。

課題4 体液性免疫において、以下の①～③を説明せよ。

- ①異物を見分けているのはどの細胞か。
- ②実際に異物を処理するのは、どの細胞がどんな方法で行っているのか。
- ③異物の情報はどう受け渡されていくのか。

課題5 免疫の二次応答とはどのような現象か説明せよ。

課題6 エイズとはどのような病気か説明せよ。

課題7 アレルギーとはどのような現象か、「花粉症」を例にして説明せよ。

課題8 自己免疫疾患とはどのようなものか説明せよ。

課題9 「予防接種」と「血清療法」がどのようなものか確認し、それぞれが病気の予防と治療のどちらに効果的か説明せよ。

確認しておきたい用語

免疫 物理的防御 化学的防御 自然免疫 獲得免疫（適応免疫） リゾチーム 好中球 単球
食作用 マクロファージ 炎症 免疫記憶 T細胞 B細胞 体液性免疫 細胞性免疫 抗原
抗原提示 ヘルパーT細胞 抗体産生細胞（形質細胞） 抗体（免疫グロブリン） 抗原抗体反応
キラーT細胞 記憶細胞 二次応答 エイズ（後天性免疫不全症候群） アレルギー
自己免疫疾患 予防接種 ワクチン 血清療法 拒絶反応

授業を通じて成長したい人のための発展課題

発展課題 1

「自然免疫が動かないと適応免疫は動かない」ということが知られている。このことにはどういう意味があるか考察せよ（なぜ適応免疫は単独で動いてはまずいのか？）。

発展課題 2

免疫反応では、なぜ自己の細胞を攻撃することがないのか、自然免疫、適応免疫のそれぞれについて考察せよ。

発展課題 3

膨大な種類の多様な「異物」に対して対応できるのはなぜか、自然免疫、細胞性免疫（適応免疫）、体液性免疫（適応免疫）のそれぞれについて理由を考察せよ。

発展課題 4

自然免疫と適応免疫の「得意なこと」と「不得意なこと」をそれぞれ考察せよ。

発展課題 5

抗生物質とはどのようなはたらきを持ち、どのような疾患に有効か。また、風邪のときに抗生物質を飲むことはどのような意味があるか、あるいは意味がないのか、説明せよ。

発展課題 5

なぜ抗生物質はヒトの細胞には副作用なくバクテリアだけに作用するのか考察せよ。

発展課題 6

「抗生物質」は、あまりバクテリアの種類にはよらずに効果が見られるが、抗ウイルス剤はウイルス全般に効果が見られるわけではなく、それぞれのウイルスごとに別な薬が使われる。なぜこのような違いが見られるのか考察せよ。

発展課題 7

なぜ新型インフルエンザは、通常の季節性インフルエンザよりもパンデミック（世界規模の大流行）が心配されるのか考察せよ。

発展課題 8

花粉症を治療するにはどのような方法がありうるか考察せよ。

発展課題 9

「エイズの治療薬」はどんな原理で開発できるか、考察せよ。

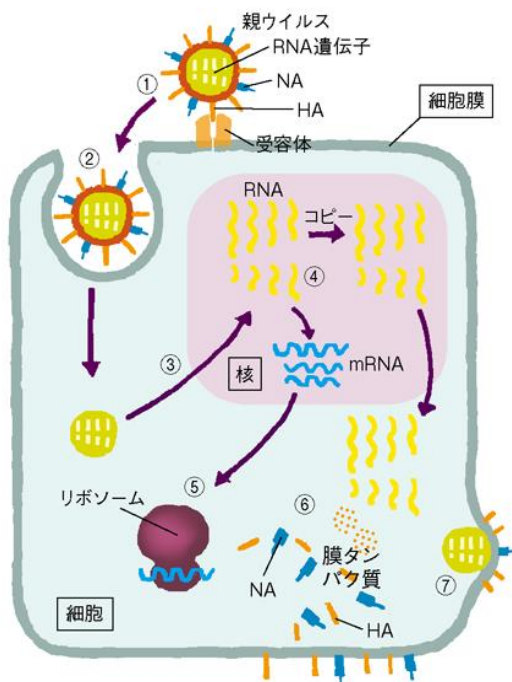
細菌（バクテリア）とウイルスの違い

私たちのからだに感染し病気を引き起こす「病原体」に、バクテリアとウイルスがあります。この2つ、全く性質の異なるものです。

まず、バクテリアから考えてみることにします。バクテリアは細菌のことです。これは細胞でできています。ただし、ヒトの細胞のように細胞内に核を持つ細胞（真核細胞といいます）とは異なり、細胞内に核を持たない細胞（原核細胞といいます）です。原核細胞は、真核細胞に比べて10倍程度小さい細胞で、核だけでなく、ミトコンドリアや葉緑体などの細胞内の構造（細胞小器官といいます）も持ちません。DNAやタンパク質が細胞内の液体中に存在し、様々な生命活動が行われていると考えてください。バクテリアは、生きるために必要なすべての機能を持ち、細胞分裂によって増殖することができます（自己複製可能）。

続けて、ウイルスを考えてみましょう。ウイルスは、細胞でできていません。タンパク質でできた殻の中にDNA（もしくはRNA）がおさまっているだけの構造です。大きさも、バクテリアよりさらに10倍程度小さく、「生命活動」と呼べる生命活動を活発に行ってはいません。バクテリアのように自己複製することもできません。それでは、彼らはどのようにして「生きている」のでしょうか。また、どのようにして自己複製するのでしょうか。その答えは、「感染」にあります。例えば、ヒトの細胞に感染するインフルエンザウイルスを例に考えてみましょう。以下は、サイエンスウィンドウ2008年12月号より抜粋したものです。

<http://sciencewindow.jp/html/sw21/sp-004>



- ①HAの突起が受容体に接触して結合する
- ②細胞膜がへこんでウイルスの粒子が細胞に侵入する
- ③細胞に入ると、殻を破ってRNA遺伝子が核内に侵入する
- ④核内のRNA遺伝子は遺伝子をコピーし、転写によりmRNAを生産する
- ⑤mRNAがリボソームで新たなウイルスの部品を作る
- ⑥部品がそろったら新しいウイルスを組み立てる
- ⑦新しいウイルスが細胞膜から出芽して、他の細胞へ感染する

* 体内で増殖したウイルスは、好みの細胞を一気に破壊する。その宿主細胞を破壊していると、体内に抗体（免疫）ができてインフルエンザウイルスは去る。

* HA＝細胞の受容体に結合するときに働くタンパク質の分子

NA＝細胞から外に出るときに働く酵素

ウイルスの体はDNA（もしくはRNA）とそれを包むタンパク質からできています。自己複製のためにはそれぞれを複製しなければなりません。しかし、ウイルスは自分の力ではそのどちらもできません。そのため、まずは、感染先の細胞に侵入し、DNA（インフルエンザウイルスではRNA、以下省略）を複製します。感染細胞の持つ能力を拝借するというわけです。さらに、DNAの情報をもとに、これまた感染細胞の持つ能力を拝借してタンパク質を合成します。そうすると、もともとのウイルスの体を構成していたDNAとタンパク質が大量に複製されたこととなります。最終的には、これらが組み立てられ、新しいウイルスが大量にできあがって、外に出て行くのです。また、その過程で感染細胞を殺してしまうので厄介なのです。このようなことから、「ウイルスは、感染せずに細胞外にいるときは死んでいて、感染細胞の中にいるときには生きている」と表現することもできるかもしれません。

薬は何をしているのか

カゼのときに医者で処方される「抗生剤」と「カゼ薬」。これらは何をしているのでしょうか。まず確認しておきたいことは、カゼはウイルスの感染によって起こるということです。バクテリアが原因ではありません。いくつかの重要な事項を整理してみます。

- **バクテリアによる感染症は抗生剤で治療することができる。**
 - **カゼはウイルスによる感染症なので、抗生剤は基本的には効果がない。**
 - **市販のものも含めて、抗生剤以外のカゼ薬（総合感冒薬）は、からだの自然な防御反応である「炎症」反応を抑えて症状を緩和するものであり、治癒そのものを促進していない。**
- ということです。インフルエンザウイルスの場合には、抗生剤と総合感冒薬に加えて、タミフルやリレンザなどの抗ウイルス薬が処方されることがあります。これは、先ほどの「ウイルスの増殖方法」の最終段階である、「組み立てと脱出」をブロックするものです。つまりウイルスのRNAやタンパク質が感染細胞内で複製されても、それらが組み立てられることも細胞外に大量に放出されることもないので、感染を抑えることができ、その間に前回の授業で学んだしくみによりウイルスを体内から排除できるわけです。このことからウイルスに関して重要事項をまとめてみます。
- **抗ウイルス薬は、ウイルスの増殖の過程のどこかを阻害するものであり、ウイルスそのものを直接たたくものではない。**
 - **現在、ウイルスを直接排除する薬はなく、感染の拡大を防ぎながら、最終的には自然な免疫反応に頼ることで治癒する。**

個人的には、カゼをひいても薬は極力飲まないようにしています。なぜならば、カゼ薬はカゼの原因ウイルスそのものをたたくものではないことを知っているからです。また、総合感冒薬は、カゼの症状を緩和してくれますが、それは、ウイルスに対抗する反応を抑えていることになるので、治癒を考えればむしろマイナスにはたらくと考えられます。もちろん、カゼをひいても無理にでも動かなければならないときには症状の緩和は重要かもしれませんが、治癒ということだけを考えれば、薬を飲まずに、症状に耐えながらしっかりと栄養と休養をとることが最短に思えます。最後に注意を一点だけ。体温は、42℃を超えると死につながります。39度を超えるような熱があるときには、速やかに薬により解熱することを強くおすすめします。大野も、39度のときはさすがに薬を飲み養生するようにしています。

今回学んだことを元に、自分の判断で病気や薬と付き合ってください。それが「賢い患者」になるということです。