

## 細菌学総論 付録

## 項目

- [なぜ感染症を学ぶのか? ~歴史から学ぶ感染症と細菌学~](#)
- [細菌学を勉強する上でのヒント](#)

コラム [ちょっと一休み 感染症と野球の関係](#)

- [覚えてほしい英単語 1](#)
- [覚えておきたい単位](#)
- [接頭語、接尾語シリーズ 1](#)
- [今更聞けない業界用語](#)
- [覚えておきたい正常値](#)
- [呼吸機能](#)
- [感度と特異度](#)

## なぜ感染症を学ぶのか? ~歴史から学ぶ感染症と細菌学~

おそらく多くを語らずとも感染症が重要であることはなんとなく想像がつくとは思いますが、古代の人々が感染症をどう捉えていたのか、そして、いつごろから感染症の病態が理解されてきたのか、について歴史を紐解いて考えてみましょう。

## a. 古代人は感染症をどう捉えていたか?

感染症という概念がなかった時代には、細菌も認知されておらず、病原体の存在は想像も及ばなかったことだろう。古代の人々は、何か分からない病気が起こると、神の祟り、悪魔の呪い、魔女の仕業などと恐れていたに違いない。しかしながら、古代であっても**ヒポクラテス Hippocrates**のように科学的に考察する知恵のある人々が存在し、「悪い空気」によるものであるなどと考えられていたらしい(**ミアズマ説**)。現在は蚊によって媒介される原虫性感染症であることが分かっているマラリア (malaria=「mal 悪い+aria 空気」)も、昔の人々は悪い空気によるものだと想像したと考えられる。

それから時代は進み、伝染するもの (contagion) という概念が考えられ始め、伝染するものであると捉えられるようになった。16世紀には、今で言うところの**接触感染、節足動物媒介性の感染、飛沫ないし飛沫核感染**の概念に近いことを考えた人物も現れた(**フラカストロ Girolamo Fracastoro**)。しかし、まだ微生物の存在とその関連性については分からないままであった。

## b. 細菌学の黎明期:顕微鏡の発明から、病原体の発見へ

1674年**レーウエンフック Antony van Leeuwenhoek**は、高倍率の顕微鏡を発明し、微生物を捕らえることに成功する。ちなみに、彼は、早逝の画家、フェルメールと同郷で親しい仲だったようで、フェルメールの死後、彼の遺産管財人になったと言われている。

レーウエンフックは、次々に微生物を発見し、報告しているが、感染症を起こすということは考えていなかったらしい。さらに時代は進み、日本がちょうど開国する頃、以前から問題とな

っていた自然発生説(微生物は栄養があれば勝手に生まれてくるというもの)に終止符が打たれた。パスツール Louise Pasteur が、かの有名な首長フラスコを用いて、自然発生説を否定したのである。彼自身、感染症との関係も考えていたようだが、先に微生物が感染症を起こすことを証明したのは、**コッホ Robert Koch** だった。すなわち、病原体の発見である。炭疽、結核、コレラが細菌によって起こる感染症であることを証明した。それだけでなく、彼は、病原体が感染症を起こしていることを証明するための条件として、三原則ないし四原則を提案した。いわゆる**コッホの三原則**ないし**四原則**と呼ばれている。彼の弟子である**北里柴三郎**はペスト菌と破傷風菌を、さらにその弟子の**志賀潔**は赤痢菌を発見し、抗毒素や血清療法など、数々の細菌学的な偉大な発見・発明がこの時代に行われた。まさに細菌学の黎明期とも言える。

#### c. 感染症制圧に寄与した偉人たち

ヨーロッパでは、ペストは数回流行し、そのたびに何百万～何千万という人々が死亡している。しかし、日本ではペストの流行は見られなかった。様々な理由が考えられているが、病原体の発見によって、未然にペストの持込を防ぐことができたことも寄与していると考えられ、したがって、北里らの功績が大きいといわ

れている。

一方、感染症の制圧という点で、20世紀には重大な発見があった。**フレミング Alexander Fleming** は、アオカビ(*Penicillium notatum*、現在は *P. chrysogenum*) の周囲だけ細菌が生えていないことから、アオカビが抗菌物質を産生し、これが治療に使えるのではないかと考えた。彼は、カビの名前から、この物質を**ペニシリン**と命名した。その後、ペニシリンは精製され、皮肉にも第二次世界大戦で怪我を負った兵士に使用されたことで、その有用性が確かなものとなった。

また、1980年5月8日には、人類初の感染症の根絶となった**天然痘撲滅宣言**が発表された。元をたどれば、18世紀～19世紀にかけて、**ジェンナー Edward Jenner** によって開発された**牛痘種痘法**がその起源である。

このように、人類は感染症に立ち向かい、制圧しようとしてきた。その一部は達成され、また新たな問題も浮上し始めている。過去の偉人らの残した功績の上に現代の感染症および細菌学は支えられている。せつかく、昔の人たちが築き上げてきたのだから、その知識を十分に学び、そして活用し、さらに発展させることが、現代に生きるわれわれの使命であろう。

## 細菌学を勉強する上でのヒント

### 細菌学の肝をつかむ

まず、グラム陽性球菌とグラム陰性桿菌をマスターする。

#### □ グラム陽性球菌のポイント

chain or cluster、カタラーゼの有無

- ✓ chain=*Streptococcus* or *Enterococcus* : 肺炎球菌とそれ以外、血清型、溶血性。
- ✓ cluster=ブドウ球菌 : コアグララーゼ+ (*S. aureus*) or コアグララーゼ- (CNS)

#### □ グラム陰性桿菌のポイント\*1

ブドウ糖発酵 or 非発酵。

ブドウ糖発酵の場合、腸内細菌科 or ビブリオ科。

- ✓ 腸内細菌科 : 病原性の高いものが多い。一次耐性菌は少ない。
- ✓ ビブリオ科 : コレラ菌など。
- ✓ ブドウ糖非発酵 : 病原性低く、日和見感

染が多いが、一次耐性が多く、治療抵抗性、難治化を示す。

\*1 インフルエンザ菌とその類縁種は別途覚える。

**優先順位をつけて取り組む**

微生物学では、覚えるべきことが多いので、一気にやろうとするとそれだけで嫌になってしまう。まず、重要なものから少しずつ覚えるようにしたい。その際の優先順位のつけ方として、危険度×発症頻度をお勧めしたい。

インフルエンザは危険度も高いし、発症頻度も高いので重要。天然痘の場合、危険度は高いが、すでに絶滅している\*2。一方、MRSA の場合、危険度は低いが、難治であり、発症頻度もそこそこ。したがって、ま

ず、インフルエンザを最優先で覚えるべきである。誤解のないように申し添えるが、決して、優先順位の低いものを覚える必要がないということではない。

\*2 WHO による根絶運動により、1976 年以降予防接種が廃止されたが、アメリカでは 2011 年現在ワクチンを備蓄し続け、またその製造が可能な状態を維持し続けている。日本国内における発生は 1955 年の患者を最後に確認されていない。国外で感染した患者は 1970 年代に数例報告されている。現役の医師で天然痘を診たことがある人はほとんどいないだろう。

**目的を持って取り組む**

教科書を読むにしても漫然と読めば知識は素通りする。目的をもって読めば、知識がとどまる。

- 細菌学的特徴、②重要な菌種、③臨床的意義、を理解する。
- 診断、治療、予防、疫学などの裏付けとなる細菌学的知識を覚える。

\*\*\*\*\*  
**コラム ちょっと一休み 感染症と野球の関係**

なぜ「基礎学問」を学ぶのか？

これは私の経験ですが、学生の間は、なぜ基礎を学ぶのかよく理解できません。ですが、臨床系の学問を学び、さらに臨床研修を積んで、いざ一人で治療をし、さらには指導する側に立つとわかるようになります。では、なぜ、学生の間、理解できなかったのか。

こんな喩えはどうでしょう？野球を全く知らない人に、野球を教えたとします。この時に、投げる・打つ・走るという基本動作をまず教えることになるでしょうし、基礎体力がなければまず体力作りから始めることになり

ます。しかし、野球を知らないのです、これらの基本を行うのはおそらく苦痛でしょう。これらの基礎固めの時期には、何のためにやっているのかがなかなか見えません。実際、試合をすれば、その面白さもわかるし、投げる・打つ・走ることの意味も分かってくるでしょうが。

感染症も似たようなものであると思います。解剖学などの「基礎体力作り」はもちろん重要ですが、感染症は病原体によって起こることを考えると、やはり細菌学を含めた微生物学は、感染症の「核」であり、野球で喩

えるならば、「エース」や「4番」に相当するだろうと考えています。

野球の目的は、野球を通じて人々に感動と夢を与えることだと思います。その目的に向かって、練習試合を行い、アマチュア野球、プロ野球、メジャーリーグへと進み、一つ一つ試合に勝つこと、ワールドシリーズで優勝

することが目標になります。話を感染症に戻すと、細菌学の学びの先にあるものは、一人の感染症の患者さんを救うこと、さらに感染症の克服を目指すこと、だと考えています。そうして、細菌学・感染症学を通じて、人類の健康と幸福に少しでも貢献できれば、と願っています。

\*\*\*\*\*

**覚えてほしい英単語 1**

□ chemotaxis 走化性とは

「化学の」を意味する”chemo”と「走性、配列、順序」を意味する”taxis”による合成語。attractant (誘引物質：惹きつける化学物質) に近づき、repellant (忌避物質：嫌な化学物質) から遠ざかるような動き。

\*指揮者のタクトもおそらくここからきている

**覚えておきたい単位**

微生物では、大きい単位を使うことは少ないが、m (ミリ) 以下の単位をしばしば用いるので紹介する。

- キロ : k (1000)
- デシ : d (1/10)
- センチ : c (1/10<sup>2</sup>)
- ミリ : m (1/10<sup>3</sup>)
- マイクロ : μ (1/10<sup>6</sup>)
- ナノ : n (1/10<sup>9</sup>)
- ピコ : p (1/10<sup>12</sup>)
- フェムト : f (1/10<sup>15</sup>)

**接頭語、接尾語シリーズ 1**

- -osis=症  
例 Candidosis カンジダ症
- -emia=血症  
例 Candidemia カンジダ血症
- -ectomy=切除術、切って取り除くこと  
=excision  
例 lobectomy 肺葉切除術

- -otomy=切開、切るだけ (取らない)  
=incision  
例 lobotomy 切開術 (ロボトミー手術)
- -ase=-酵素、-分解酵素 (-の部分が名詞の場合)-分解酵素となる場合が多い  
例 coagulase 血液凝固酵素 (実際には酵素ではないが。。。)  
例 penicillinase ペニシリン分解酵素
- -oma=腫  
例 carcinoma 癌腫、sarcoma 肉腫  
例 aspergilloma アスペルギローマ  
例 cryptococcoma クリプトコッコーマ
- -itis  
例 esophagitis 食道炎  
例 encephalitis 脳炎
- -oid=様の、類-  
例 carcinoid カルチノイド (類癌腫)  
例 sarcoid サルコイド (類肉腫)  
例 mucoid ムコイド (粘液様の)
- -philia=-が好きな、好-  
例 eosinophilia 好酸球増多
- -phobia=-が嫌いな、-が怖い、-恐怖症  
例 photophobia 羞明、光恐怖症
- -pathy=症  
例 encephalopathy 脳症  
例 neuropathy 神経症  
例 nephropathy 腎症  
例 retinopathy 網膜症

**今更聞けない業界用語**

- コンタミ：contamination の略。汚染の意。
- ディスポ：disposable の略。使い捨ての意。
- 致死率と死亡率：致死率=死亡数/罹患数、死亡率=死亡数/人口
- 罹患率と有病率
  - ✓ 罹患率（発症率：一定期間にどれだけの疾病者が発生したかを示す指標）  
=（一定の観察期間内に新発生した患者数）／（危険暴露人口 1 人 1 人の観察期間の総和（人・年））
  - ✓ 有病率（ある 1 時点において、疾病を有している人の割合）  
=集団のある 1 時点における疾病を有する人の数／調査対象となる集団全員の人数
- キナーゼ：リン酸化酵素

生化学等

電解質

Na 140mEq/L

K 4.0 mEq/L

Cl 100mEq/L

肝機能

GOT (AST) 30

GPT (ALT) 30

GGT (γ GTP) 50

腎機能

BUN 20

Cr 0.9

代謝

BS (血糖) 70

(糖尿病の基準は空腹時血糖 126200mg/dL、  
随時血糖 200mg/dL 以上)

**覚えておきたい正常値**

血算

WBC\*=leukocyte 5000/μ L

RBC=erythrocyte 4,000,000/μ L

Platelet 200,000/μ L

Hct=40%

Hg=12g/dL

MCV=Hct/RBC 100

MCH=Hg/RBC 30

MCHC=Hg/Hct 30

\*MCV、MCH、MCHC について

✓ MCV=

mean cell volume=Hct/RBC

✓ MCH=

mean cell hemoglobin=Hb/RBC

✓ MCHC=

mean cell hemoglobin conc.=Hb/Hct

CRP\*

ESR (赤沈、血沈ともいう) \*

\*炎症により上昇

血液ガスと呼吸機能

動脈血液ガス

pH 7.40

PaO<sub>2</sub> 100 Torr

PaCO<sub>2</sub> 40 Torr

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 24mM

SaO<sub>2</sub> 98% (\*SpO<sub>2</sub> 100%)

BE HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>の値から 24 を引いた値 ±2

AG=Na<sup>+</sup> - (Cl<sup>-</sup>+HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) =12±2

\*P<sub>A</sub>O<sub>2</sub> 760x0.2≒150 Torr

\*Torr=mmHg

\*A-a DO<sub>2</sub>=P<sub>A</sub>O<sub>2</sub>-PaO<sub>2</sub>

アルカローシス (呼吸性・代謝性)



アシドーシス (呼吸性・代謝性)

アシデミア <7.35

アルカレミア >7.45

**呼吸機能**

- 一回換気量 (安静吸気と安静呼気の差)
- 肺活量 (最大吸気と最大呼気の差) VC
- 努力肺活量 (最大吸気と努力呼気時の最大呼気の差) FVC 通常は  $VC \geq FVC$
- 一秒量  $Fev_{1.0}$
- 一秒率  $Fev_{1.0\%} = Fev_{1.0} / FVC$
- 残気量、機能的残気量
- 閉塞性障害 (呼気がしにくくなる = 一秒率が低下する) と拘束性障害 (肺が固くなる = 肺活量が低下する)

一回換気量 = tidal volume

VC : 肺活量 vital capacity

FVC : 努力肺活量 forced vital capacity

一般に  $VC \geq FVC$

$Fev_{1.0}$  : 一秒量

$Fev_{1.0\%}$  : 一秒率 = 一秒量/FVC

- %VC : 同年代の平均的な肺活量と比較したときの、被験者の肺活量の割合。したがって、100%を越えることがある。
- $Fev_{1.0\%}$  は 100%を越えることはあり得ない。
- 似て非なるもの :  $Fev_{1.0\%}$  と % $Fev_{1.0}$   
% $Fev_{1.0}$  は、パーセント一秒量と読み、同年代の平均的な一秒量と比較したときに、被験者の一秒量の割合。したがって、100%を越えることがある。

成人の場合 TV500mL、呼吸数 12 回/分、17280 回/日で計算すると  $8,640L/日 = 8.64m^3/日$  になる。

ちなみに、事務所内の  $0.5\mu m$  以上の大きさの粉塵の数は、約  $3.53 \times 10^8/m^3$  程度といわれている。したがって、およそ  $3 \times 10^9/日$  の粉塵を吸入している。

\*mEq/L について

メック・パー・リットルと呼ぶ。Eq は、モル×電荷で、陽イオンまたは陰イオン 1 価であれば、 $1 mEq/L = 1 mM$  である。2 価の場合  $2 mEq/L = 1 mM$  となる。

したがって、Na、K、Cl は全て 1 価なので、それぞれ、140mM、4mM、100mM と等価である。

これだけ覚えよう

**拘束性障害と閉塞性障害**

%VC が  $\leq 80\%$  を、拘束性障害

$Fev_{1.0\%} \leq 70\%$  を、閉塞性障害

		拘束性	正常
70%			
$Fev_{1.0\%}$		混合性障害	閉塞性
	%VC	80%	

**血液について**

血液は何で出来ているか?まず、細胞成分と液性成分に分けて考えるとよい。細胞成分は、血球とよばれ、液性成分は血漿または血清と呼ぶ。血漿は、抗凝固剤を添加して採血した場合の液性成分で、凝固因子を含む。血清は、抗凝固剤を添加せずに採血した場合の液性成分で、凝固因子は含まれない。なお、抗凝固剤を添加しなかった場合、血球はゼラチン状の塊となる。これを血餅と呼ぶ。

細胞成分は、多い順に、赤血球、血小板、白血球がある。赤血球と血小板には核がないので、完全な細胞ではない。赤血球の主な機能は、酸素の運搬で、血小板の主な機能は一次止血である。ちなみに、凝固因子による止血を二次止血と呼ぶ。赤血球の大きさは約  $7\mu m$  で、正常ではほぼ均一の大きさになっている。

白血球は、さらに細かく分けることが出来る。顆粒球、リンパ球、単球と呼ばれる。顆粒球はさらに、染色性により好中球、好酸球、好塩基球に分類される。好酸球と好塩基球の機能についてはよくわかっていないが、好酸球はアレルギーや寄生虫疾患との関連がある。リンパ球は、

分化する場所・機能・細胞表面マーカーの異なる細胞があり、B細胞、T細胞、NK細胞と呼ばれる。B細胞は、抗体を産生する形質細胞の前駆細胞である。T細胞は、CD4陽性のヘルパーT細胞 (T<sub>H</sub>) と CD8陽性のキラーT細胞がある。また、特異的な糖鎖を認識し、自然免疫に関与する NKT細胞も知られている。NK細胞は、自然免疫に関与している細胞である。

細胞性免疫とは、抗原特異的 T細胞が主役を演じる適応免疫応答を指す。

液性免疫 (=体液性免疫) とは、抗体に依存する免疫応答を指す。

また、循環血液量は体重の約 1/13 といわれている。わかりやすいように体重 52kg とすると、血液は 4L である。

また、1日の心拍数は、約 10万回 (69.4回/分の計算となる) である。1回の拍出で送られる血液は、90mL 程度といわれている。したがって、90mL×69.4=6246mL (3600~5800mL/分)。1分間、動脈から出血すると、体中の血液がなくなる計算 (実際にはそう単純ではないが)。少なくとも、1分間で、血液は体を 1周以上している。

また、赤血球の寿命は 120日であり、1日に作られる血液量は 4L÷120日=約 33mL である。200mL の献血をした場合、約 1週間で元に戻る。ちなみに、血中の赤血球を 4×10<sup>6</sup>/μL とすると、4×10<sup>6</sup>/μL×33000μL=1.3×10<sup>11</sup>個/日が作られている。

血小板の寿命は 1週間から 10日程度である。

白血球は、種類により異なり、1日~数日 (数週間、数ヶ月??) である。

### 感度と特異度

感度 = 真陽性率 ⇔ 偽陽性率 = 1 - 特異度

特異度 = 真陰性率 ⇔ 偽陰性率 = 1 - 感度

陽性的中率

陰性的中率

陽性尤度比

陰性尤度比

	疾患あり	疾患なし	
陽性	a	b	a+b
陰性	c	d	c+d
	a+c	b+d	a+b+c+d

感度 = a / (a+c)

偽陽性率 = b / (b+d)

特異度 = d / (b+d)

偽陰性率 = c / (a+c)

陽性的中率 = a / (a+b)

陰性的中率 = d / (c+d)

陽性尤度比 = 真陽性率 / 偽陽性率

陰性尤度比 = 偽陰性率 / 真陰性率

2015年2月2日 初版 ver1.00

2020年3月26日 最終改訂 ver2.01