

3 免疫のしくみと働き

1. 免疫とは

病原体が宿主に侵入しても、発病しないように働く生体防御機構。**疫から免れること。**

抗原とは

抗原(antigen)とは免疫反応を起こさせる物質

外来性抗原	病原細菌、ウイルス、移植組織、異型輸血、毒素、タンパク、花粉
生体内抗原	腫瘍細胞、感染細胞、老廃組織、自己抗原(自己免疫疾患)

免疫寛容	抗原に対する免疫反応が生じないように許容されること。寛容が弱いと自己免疫疾患やアレルギーを生じる。Treg 細胞などが関与する。
-------------	--

2. 生体防御機構の分類と免疫の流れ

非特異的免疫(自然免疫)		特異的免疫(獲得免疫)
1 次防衛線	2 次防衛線	3 次防衛線
皮膚、粘膜、分泌物、 抗菌タンパク サイトカイン* 補体: オプソニン効果	食細胞系の反応 マクロファージ、好中球 肥満細胞、樹状細胞 NK(ナチュラルキラー)細胞	1. 細胞性免疫 T細胞 (キラー細胞) 2. 液性免疫 抗体(γグロブリン)

1) 非特異的免疫 (自然免疫)

(1) 一次防衛線(受動的な防御): 生まれつき持っている免疫系

皮膚	重層扁平上皮、脂腺(脂肪酸の細菌増殖抑制)、汗腺により防御
粘膜上皮	粘液(分泌型 IgA)、線毛による排除、リゾチーム(鼻汁、涙、唾液)、乳汁(ラクトフェリン(鉄結合タンパク))、胃酸、咳、下痢、IFN(インターフェロン)
その他	発熱(微生物の増殖を防ぐ)、嘔吐、鼻水(侵入物を洗い流す)

(2) 二次防衛線(一次防御を突破された場合に働く細胞)

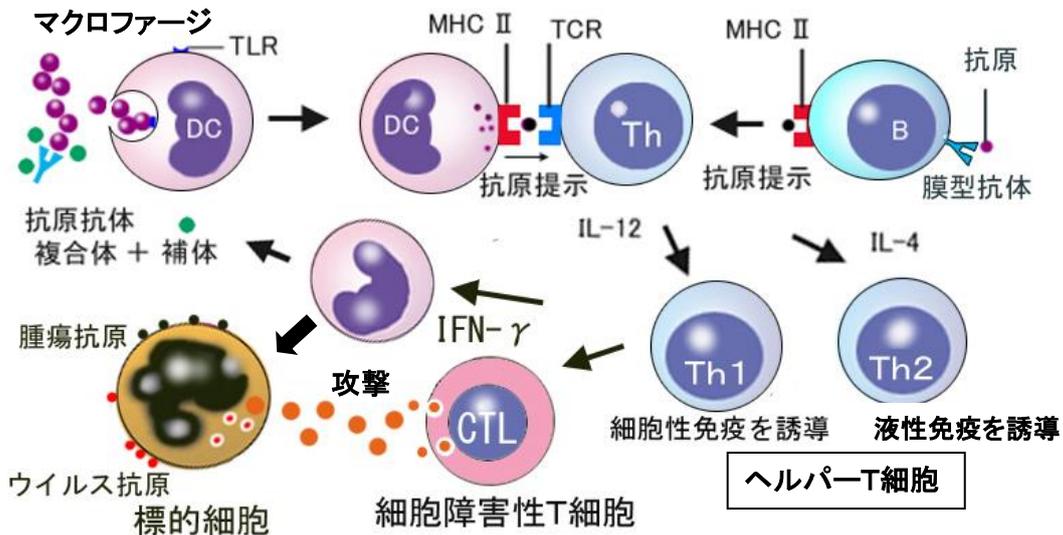
細胞の種類		はたらき
食細胞	好中球	過酸化水素やリゾチームなどによって殺菌溶菌する。
	マクロファージ (抗原提示細胞)	病原微生物を貪食し、その抗原情報をT細胞に提示する。 オプソニン効果により、細胞活性が亢進する。
NK 細胞	特殊なリンパ球	癌特異抗原、ウイルスに感染した細胞を特異的に認識し、 攻撃する。マクロファージやヘルパーT細胞から分泌される 活性物質(IL-2、IFN-γ)によって活性化される。
肥満細胞	組織中	ヒスタミン、好中球遊走因子、ロイコトリエン LT などを分泌し、アレルギー反応を起こす。即時型アレルギーに関与。
好塩基球	血液中	

2) 特異的免疫 (獲得免疫)

(1) 三次防衛線 (獲得免疫は病原細菌に感染することで抗原情報が記憶: 能動免疫)

リンパ球の種類	細胞性免疫	T 細胞 (胸腺 thymus 由来)	胸腺で分化成熟
	液性免疫	B 細胞 (骨髄由来)	リンパ節や脾臓で成熟
マクロファージ	抗原提示細胞	抗原情報を T 細胞に提示	組織に定着している

(2) 細胞性免疫 キラーT 細胞によりウイルス感染細胞、移植臓器、ガン細胞を破壊



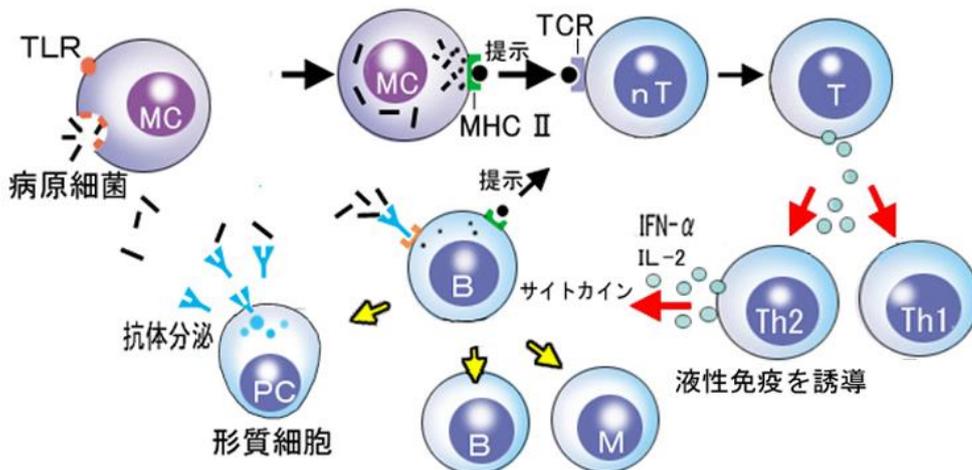
T 細胞の種類と働き

細胞障害性T細胞 (CD8)	拒絶反応の中心となる。別名キラー細胞とよばれる。
ヘルパーT細胞 (CD4)	免疫細胞を活性化し、免疫反応を活性化させる。

CD 分類 cluster of differentiation: 白血球の細胞表面抗原で細胞の鑑別に利用

HIV (エイズウイルス) はヘルパーT細胞に感染し、細胞性免疫機能を障害する。

(3) 液性免疫 特異抗体によって抗原抗体反応を起こし、抗原や毒素を排除する。



(4) B細胞と形質細胞の働き

B細胞 形質細胞	B細胞はヘルパーT細胞により活性化されて分裂増殖し、 形質細胞 となって 抗原に特異的な抗体を生成 する。 1種類の抗原に対して1種類の抗体 がつくられる。 抗体特異性(抗原抗体反応) とは鍵と鍵穴の関係
メモリー細胞	B細胞の一種はメモリー細胞(M)となって次回の感染に備える。

(5) 抗体の種類と働き

IgG	血漿や体液に存在する 主要な抗体 で補体と協力して病原細菌や毒素を中和する。 胎盤を通過(新生児免疫に重要) 。二次応答の中心となる抗体。	75%
IgA	分泌物 中に分泌型IgAとして存在し、唾液、胆汁、初乳、涙などに含まれる。	12%
IgM	一次免疫応答 の感染初期に出現し、胎児感染で増加する。最大のグロブリンである。血液型判定は抗原抗体反応である。 (ABO式血液型の判定)	10%
IgE	即時型アレルギー反応 に関与し、肥満細胞上の受容体に結合する。	微量
IgD	B細胞表面にあり、抗体産生を誘導するが、その働きは解明されていない。	微量

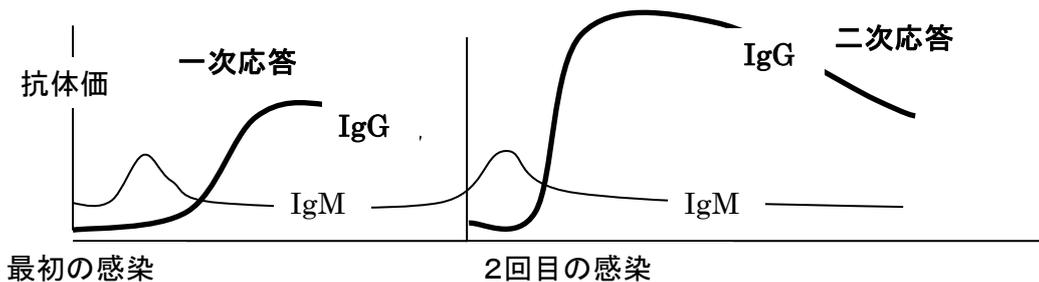
抗体の働き	特異的に抗原に結合して分裂増殖を阻止し、毒素に結合して無毒化する。細胞内のウイルスや結核菌に対しては無効である。➡ 細胞性免疫の担当
--------------	---

3. 感染症への免疫反応

抗原物質	対応する細胞とその働き
細菌感染	好中球、マクロファージの食作用や補体、抗体による細菌の排除
ウイルス感染	NK細胞、細胞傷害性T細胞による破壊、IFNや補体により増殖抑制
細胞内寄生	結核菌、カンジダ、トキソプラズマ原虫などは細胞性免疫が働く

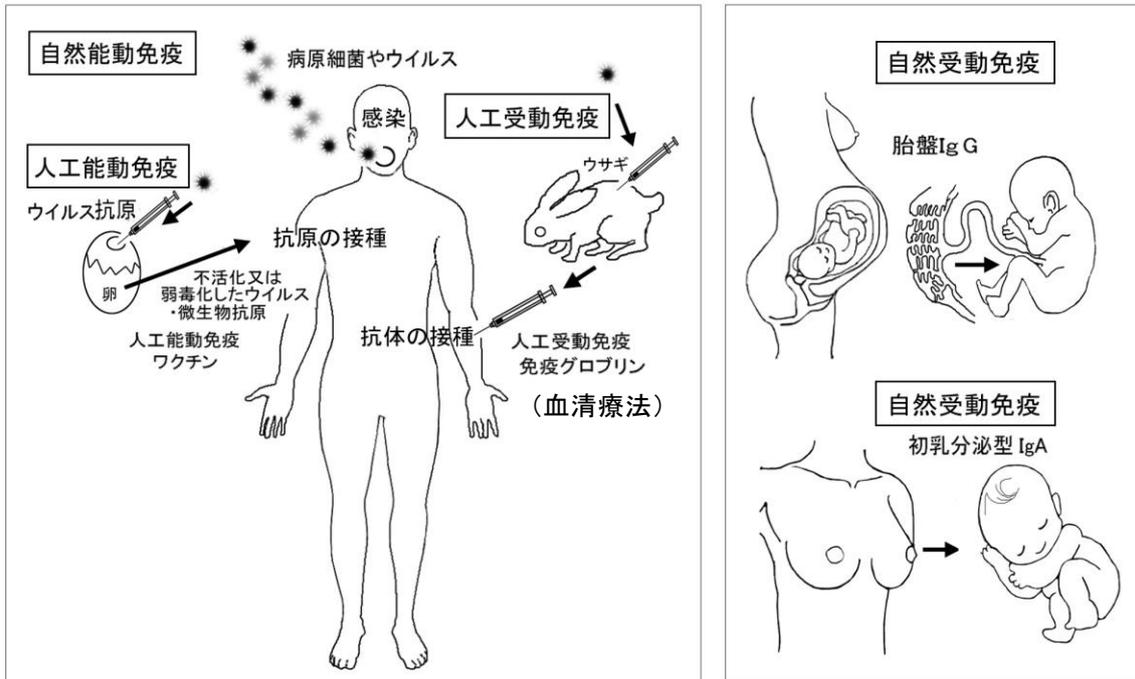
1) 免疫応答の順序

一次応答	初感染は最初に IgM が反応するが、 特異抗体の IgG の産生には 時間がかかるので病気が長引く。この抗原情報は記憶される。(免疫の獲得)
二次応答	初感染によって記憶された抗原情報と同じ抗原に再感染した場合、短時間で IgG 抗体がつくられ、直ちに免疫反応が起きて発病しないで済む。



4. 能動免疫と受動免疫

能動免疫	感染症に罹患して免疫系が働き、抗原情報が記憶される。または人工的に抗原性物質を体に接種して免疫反応を起こし、発病を予防する。(ワクチン)
受動免疫	抗原に対する特異抗体を体に自然に移行、あるいは人工的に移行させること



① 自然能動免疫	ウイルス・細菌の侵入 …… (自然感染) →免疫応答・免疫記憶
② 人工能動免疫	ワクチン (抗原の接種)……(人工感染) →免疫応答・免疫記憶
③ 自然受動免疫	胎盤通過 IgG・分泌型 IgA … (自然移行) →抗体の移行
④ 人工受動免疫	免疫グロブリンの接種 ・血清療法……→抗体の移行

1) ワクチンと血清療法

ワクチン	病原体を弱毒化、あるいは無毒化したもの 接種することで身体の免疫を活性化させて感染症に対する抵抗力をつける。
血清療法	病原体や毒素に対する抗体、抗毒素を動物につくらせ、注射する。 血清を注射することで病気の症状を軽減することができる。

2) 終生免疫

細菌性終生免疫	ジフテリア、百日咳、猩紅熱
ウイルス性	麻疹、風疹、流行性耳下腺炎、

3) 新生児の免疫力

母親からの IgG 抗体は出生後3~6月で低下する。

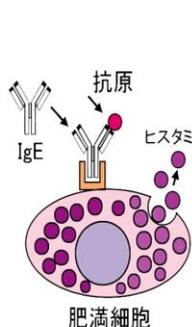
5. 過敏な免疫反応による障害

1) アレルギー(過敏症)の種類

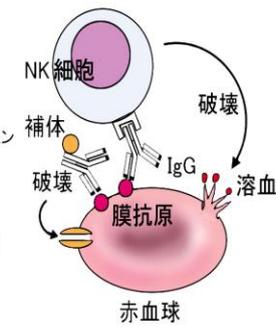
分類	反応のメカニズム	作用する抗体	疾患の種類
I型アレルギー 即時型 (0~30分)	肥満細胞のIgE抗体と抗原が結合し、ヒスタミンやロイコトリエンが分泌される。ヒスタミンは気道の粘液を増加させるので呼吸困難、ショックや炎症反応を起こす。	IgE抗体	花粉症、 気管支喘息 アナフィラキシーショック、 蕁麻疹、 アトピー性皮膚炎
II型アレルギー 自己免疫疾患 細胞傷害型	自己の細胞膜が抗原になり、IgGやIgMが結合し、さらに補体によって細胞が障害される。ホルモン受容体や神経伝達物質の受容体に対する抗体がつくられ、ホルモンの機能障害、神経筋運動障害を起こす。	IgG抗体 IgM抗体 補体	自己免疫性溶血性貧血、特発性血小板減少性紫斑病IPTT、Rh不適合輸血、 <u>バセドウ病(V型)</u> 橋本病 重症筋無力症
III型アレルギー 免疫複合体型 (4~12時間)	抗原(溶連菌)・抗体・補体複合体(免疫複合体)が血管内皮に沈着し、異物と認識され、好中球はリソソームを放出し組織障害を起こす。	IgG抗体 IgM抗体 補体	関節リウマチ 全身性エリテマトーデス(SLE)、膠原病 細菌性心内膜炎、 急性糸球体腎炎
IV型アレルギー 遅延型 細胞性免疫型 (12~36時間)	活性化した細胞障害性T細胞によって結核やウイルスに感染した細胞を攻撃するが、正常組織も傷害する。	抗体・補体の 関与なし	ツベルクリン反応、 結核の肉芽腫形成 接触性皮膚炎、 移植臓器拒絶反応

2) アレルギーの反応メカニズム

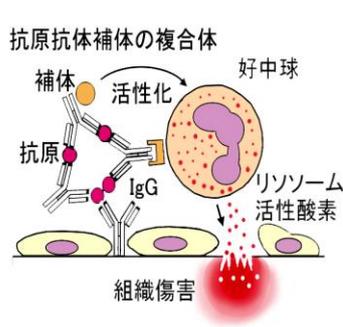
I型アレルギー



II型アレルギー



III型アレルギー



IV型アレルギー

