



発行 一般財団法人 北海道薬剤師会公衆衛生検査センター
〒062-0931 札幌市豊平区平岸1条8丁目6番6号
TEL (011) 824-1348 FAX (011) 824-1627

道薬検 検索

2022.03

リモート捜査会議②

免疫の謎を捜査しよう!

～ウイルスや細菌から体を守る、不思議だけど大切なしくみ～

監修:札幌医科大学名誉教授 藤井暢弘先生

どうやくけん
健康Book Vol. 41



今回はボクたち、『免疫のフシギなしくみ』を捜査してみるよ。

「新型コロナウイルスの謎を追え!」に続く第2弾は「免疫の謎」捜査編。北野博士と孫の空クン、夢ちゃんの「リモート捜査会議」が再び始まります。

※前回の活躍ぶりは道薬検のホームページからご覧いただけます。

免疫って、いったいどんなしくみなんだろう?

免疫がなかったら、私たち、どうなっちゃうのかなあ?

空クン、夢ちゃんは、コロナ感染の沈静化に大きな効果を発揮した「ワクチン」が、ヒトに備わる「免疫」の応用だと知って驚きました。そして、免疫が果たす役割について、とても不思議に思うのでした。好奇心いっぱいの兄妹にとって、その謎は日々深まるばかり…。

そこで頼りになるのは札幌に住む、おじいちゃん。感染症学と微生物学の専門家である北野^{ひろみ}大海博士の存在です。

そうだ! おじいちゃんに相談しよう!

思い立ったら即、実行だね!!

こうして二人は尊敬するおじいちゃん、北野博士に教を乞うのでした。

一という訳で、これから皆さんも一緒に、北野家の『リモート捜査会議』に参加して、免疫の謎に迫っていきましょう。

札幌市在住の祖父



ひろみ
北野大海博士

66歳 札幌市在住の祖父。
感染症学と微生物学の権威で、
北斗医科大学教授。

おじいちゃん、
今回もヨロシクね!

ゆめ
北野夢ちゃん

9歳 天真爛漫だが、
的を射た質問で、祖父を
驚かす天才少女。

ボクら、免疫のフシギを
捜査したいんだ!

そら
北野空くん

11歳 将来は研究者として
ノーベル化学賞を目指す、
向学心いっぱいの少年。

東京に暮らす孫たち

「免疫」は外敵から体を守る優れた『防御システム』です。

「免疫」とは疫病(病気)から免れること。免疫はその名の通り、ウイルスや細菌など、外部から侵入する病原体(異物、非自己)を排除し、病気にならないための体内防御システムです。

私たちの周りにはさまざまな病原体(異物、非自己)が存在し、体内への侵入を絶えず試みています。もし免疫システムがなかったら、体内のいたる所に侵入した病原体(異物、非自己)が暴れ、細胞が破壊され、病気になり、ついには死に至るかもしれません。「がん」のような体内で発生する異常細胞(非自己化した細胞、異物)の増殖にも打つ手がないでしょう。

例えば、喉が痛くなり、鼻水が出たり、熱が出たりして、あなたの体調に異変を感じたら? 擦りむいた傷口が炎症を起こして腫れたり、膿が出たりしたら? それらは免疫の防御システムが作動したシグナルといえます。

まさにそのとき、体の中では侵入した病原体(異物、非自己)からあなたの体を守るべく、免疫細胞たちが攻撃を仕掛けている最中かもしれません。

免疫は私たちの体を守り、健康を維持するために備った大切なシステムです。一方、免疫の過敏反応が原因で起きるアレルギー症状や、自分の体の組織を攻撃する自己免疫疾患など、本来頼りになる免疫システムが暴走して引き起こす病気も数多くあります。

—当冊子では私たちの生命に関わる大切な「免疫」の基本と、その不思議なメカニズムについてわかりやすく解説していきます。



札幌医科大学 名誉教授
ふじい のぶひろ
藤井 暢弘 先生

平成5年2月～平成25年3月
札幌医科大学医学部微生物学講座 教授
平成25年4月～現在
札幌医科大学 名誉教授
平成28年～現在
医療法人社団地域医療開発研究会 理事
専門分野は微生物学(ウイルス学、細菌学)、
及び感染、免疫制御医学。

病気の原因になる病原体って何なの？ 教えて、おじいちゃん。

主な病原体はウイルス・細菌・真菌の3種類

感染症の場合、「病原体」が病気を引き起こす原因となるんだ。ウイルス・細菌・真菌の3種類があって、「真菌」はカビや酵母、それにキノコも含まれるんだよ。真菌の中心には核膜に守られた核があるので真核生物と呼ばれ、核膜がない細菌(原核生物)とは区別されているんだ。真菌と細菌は、有害なものばかりではなく、酵母類や腸内細菌のように人間にとって有益なものもあるんだよ。両者は自己増殖が出来て、体外でも生きられるのだが、ウイルスは自分だけでは増殖できず、ヒトの細胞に侵入して増殖するしか生きる道はないのだよ。



ヒトの体内では、役に立つ腸内細菌や酵母が共生しているんだね。

ウイルスは自分だけじゃ生きられないのね。生きるためにワルさをするなんて、ちょっと可哀そうかも。

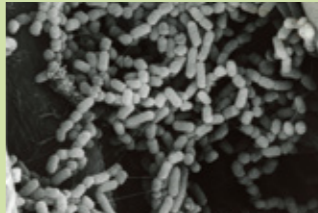
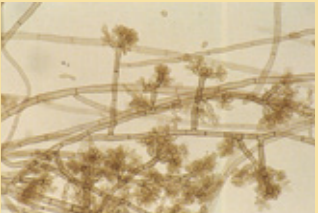


ここで病原体の特徴を比較してみよう。

大きさがずいぶん違うんだね。ウイルスは細菌の100分の1程度なんだ。



それにしても種類もたくさんあるのね。

	ウイルス	細菌	真菌
病原体	 新型コロナウイルス(SARS-CoV-2) ※出典:国立感染症研究所ホームページ	 腸管出血性大腸菌 ※出典:藤井暢弘博士 提供	 フォンセカエア・ペドロソイ ※出典:シンプル微生物学改5版・口絵 小熊恵二他編
ヒトへの感染と増殖の特徴	自己増殖できず、ヒトの細胞内に侵入して細胞を乗っ取り、大量に複製(子ウイルス)を作って出て行く。残った細胞は破壊され死ぬ。	菌体は2分裂で増殖する。主にヒト細胞外で増殖するが、一部の菌は細胞内へ侵入して増殖することが出来る。毒素を分泌して細胞や組織を傷つけることもある。	ヒトの細胞に定着し、菌糸が成長と枝分かれによって発育していく。酵母細胞では出芽や分裂によって増殖する。
大きさ μm=マイクロメートル	直径0.01~0.1μm程度	直径1.0μm程度	直径数μm~数十μm程度
生物の分類	DNAかRNAの一方とタンパク質で構成される。	原核生物	真核生物
DNAとRNA	いずれか一方を持つ。	両方持つ。	両方持つ。
細胞質と細胞壁	どちらも持たない。	細胞壁や細胞膜が細胞の中身を包む。	強固な細胞壁や細胞膜が細胞の中身を包む。
主な種類	コロナウイルス、ノロウイルス、インフルエンザウイルス、ロタウイルス、ヘルペスウイルス、風疹ウイルスなど	コレラ菌、サルモネラ菌、ポツリヌス菌、ブドウ球菌、赤痢菌、破傷風菌、ビフィズス菌(乳酸菌の一種)など	白癬菌(水虫)、カンジタ、アスペルギルスなど

免疫は3つの柱で成り立っている。これを『免疫の3要素』と呼ぶんだ。

免疫の3要素とは？

その1

自己と非自己(異物)の識別



まずは味方(自己)と敵(非自己)をしっかり区別してマークする。これを間違えると、味方同士で傷つけ合うことになるから大変なのだ。



その2

非自己(異物)への攻撃



敵(非自己)と認識した異物を攻撃して排除する。もちろん敵の破壊した残骸も、味方の傷ついて死んだ細胞もしっかり掃除するよ。



その3

非自己(異物)の記憶



一度戦った(感染した)経験は記憶され、体内の免疫系に引き継がれていく。だから回復したら、2度と感染・発症しないか、発症しても症状が軽くて済むんだ。これを『免疫記憶』といい、関わる免疫細胞を『記憶細胞』(記憶T細胞、記憶B細胞)と呼ぶんだ。これらの細胞は、2度目以後の感染に対してとても速やかに免疫応答を起こすんだよ。



免疫でよく出てくる用語だけど、「抗原」ってなに？

抗原とは？

体内に侵入したウイルスや細菌などの病原体の構成成分(タンパク質、多糖類、高分子核酸など)やそれらが分泌する毒素などのタンパク質などで、抗体を作らせるなどの免疫応答を誘導する原因物質のことを「抗原」といいます。



免疫は外から侵入した病原体を排除するだけでなく、体内の腫瘍や移植した組織に反応する場合もあるんだ。



ここでは3つの免疫の種類を説明しよう。

1 感染免疫

微生物などの病原体の定着・増殖、侵入でヒト(宿主)に害をもたらすことを感染症といいます。免疫応答によって病原体や抗原を排除しようとしませんが、病原体も様々な手段で抵抗するので、過剰反応を起こし、様々な症状が出現することがあります。感染症に対する免疫は病原体が細胞外に存在している場合は主に抗体(液性免疫)が中和(不活化)することにより、また、細胞内で増殖している場合は細胞傷害性T細胞(細胞性免疫)が感染細胞を殺滅することにより、それぞれ排除に関与しています。

2 腫瘍免疫

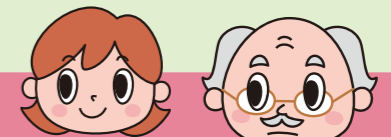
ヒトの体内では毎日のように変異細胞が生じ、がん遺伝子の活性化やがん抑制遺伝子の欠損によって、悪性化に至る場合があります。免疫系では変質した自己細胞を非自己として認識し、排除を行います。その中心はNK(ナチュラルキラー)細胞やキラーT細胞(細胞傷害性T細胞)が担っています。

3 移植免疫

傷害を受けたり、機能不全になった組織や臓器を移植する「移植医療」は現在では日常の医療となっていますが、ここでも免疫反応に注意を払う必要があります。それは主に移植された臓器や組織に対するドナー(供与者)とレシピエント(移植患者)の遺伝的差異が原因で起きるのです。広く用いられる輸血でも同様です。「移植医療」は免疫による拒絶反応をいかに抑えるかの戦いでもあります。

コラム1 経口免疫寛容

食べ物について、免疫反応は起きないの？



体に大切な食物のすべてが免疫システムに防御されると、栄養が摂れず、私たちは生きていけなくなるね。そのため、通常は食物に免疫が動かないようになっていて、このしくみを『経口免疫寛容』と言うんだ。食物中のタンパク質は異物とは認識されずに体内を通り、胃や腸で消化・分解されて、腸壁などから吸収されるんだが、『食物アレルギー』の場合は食物中の特定のタンパク質が異物と判断され、さまざまなアレルギー症状を引き起こすんだよ。『経口免疫寛容』には『制御性T細胞』の働きが影響していることがわかっているんだ。

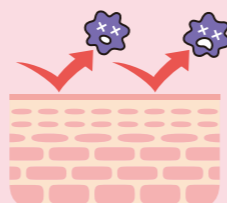




私たちの体には3段階のバリアが備わっていて、物理的に、化学的に病原体の侵入をブロックしているんだ。

バリア1 皮膚でブロック

外界と接する皮膚は免疫システムの最前線。外側の角質層で外敵の体内侵入を物理的に防ぎます。また、皮脂腺や汗腺などからの分泌物には病原体を繁殖させない効果があり、汗には殺菌作用がある物質が含まれています。



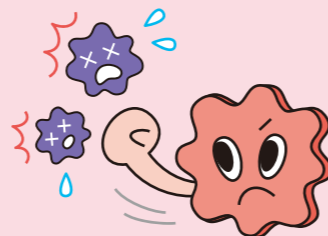
バリア2 粘膜表面でのブロック

粘膜は鼻や口、のどのほか消化管全体を構成している膜。鼻水や唾液、涙といった殺菌作用のある粘液を分泌して、雑菌の侵入を拒むのです。また、異物を粘液中で包んで、くしゃみや咳で排出する働きもあります。口から肛門にいたる消化管は食べ物と一緒に入ってくる病原体に晒されるので、唾液や胃酸、消化液、ムチンなどでバリアを構成。さらに腸管にすみつく腸内細菌も悪玉菌に対するバリアになっています。

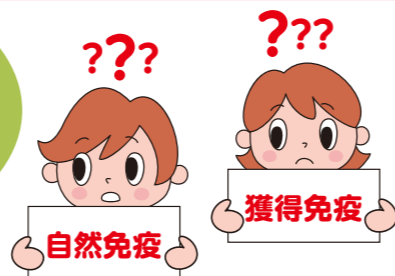


バリア3 免疫細胞によるブロック

2つのバリアをかいくぐった病原体が体内に入り込んだときに活躍するのが『免疫細胞』です。例えば風邪を引いたときは粘膜の毛細血管が拡張し、白血球などの免疫細胞が集まってきて、病原体を攻撃します。のどが赤く腫れたり、痰や鼻水が多くなったりするのはそのためです。

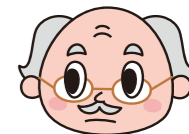


これらのバリアは生まれつきヒトに備った免疫システムなので、『**自然免疫**』と呼ばれているよ。一方、病気にかかって(感染して)学習し、得た免疫機能のことを『**獲得免疫**』と呼ぶんだ。これからは免疫防衛隊の2つの攻撃チームである『自然免疫』と『獲得免疫』について捜査してみよう!



免疫防衛隊の中で、活躍する主役は誰なの?

それは勇敢な兵士、血液中の白血球だよ。



■血液は骨髄にある、たった1種類の細胞「造血幹細胞」から造られる。

血液の成分は血漿と血球に分けられる。血球にはおなじみの赤血球や白血球、血小板があるが、それぞれ似ても似つかない姿なんだが、実はこれらは1種類の造血幹細胞から骨髄で造られたものなんだよ。

■免疫に関係する白血球である「免疫細胞」を紹介しよう。

自然免疫で活躍する白血球チーム

マクロファージ(食細胞)

病原体や古くなった細胞を飲み込み消化する掃除係。消化した病原体の一部(抗原)をリンパ球のT細胞に提示する偵察隊でもある。



顆粒球...好中球、好酸球、好塩基球の3種類

- 好中球** 顆粒球の約90%を占める。病原体を殺す酵素を持ち、前線で活躍。
- 好酸球** 寄生虫を殺す作用のあるタンパク質を分泌。
- 好塩基球** くしゃみや鼻炎などアレルギー反応に関わり、好中球をサポート。



樹状細胞(食細胞)

病原体を飲み込むと活性化して、樹木のような突起が広がる。病原体の情報をT細胞に伝えるが、その情報力はマクロファージより格段に高い情報部隊。



NK細胞(ナチュラルキラー細胞)

自然免疫系と獲得免疫系をつなぐリンパ球。ウイルスに感染した細胞や、がん化した細胞を排除する。

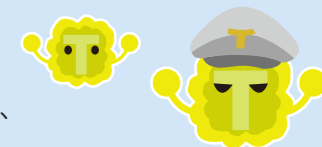


獲得免疫で活躍する白血球(リンパ球)チーム

T細胞(骨髄で造られ胸腺で成熟したリンパ球)...

司令官や強い兵士やブレーキ役の将校がいる免疫防衛隊の中核部隊

- ヘルパーT細胞** 樹状細胞と接触し、抗原情報を得た後、B細胞に抗体の生産を指示する。また、キラー細胞の活性化や増殖を助ける司令官。
- キラーT細胞** 病原体に感染した自己細胞やがん化した細胞を見つけ出して殺す攻撃力の強い兵士。文字通りの殺し屋。
- 制御性T細胞** ヘルパーT細胞やキラーT細胞が暴走すると正常な細胞まで破壊してしまうため、病原体を排除した後、攻撃をストップさせる役割を持つ。



B細胞(骨髄で成熟し胸腺非経由のリンパ球)...病原体(抗原)に対抗する強力な武器である「抗体」をつくる。

形質細胞(プラズマ細胞) 抗原を認識したB細胞は、直接「形質細胞」(プラズマ細胞)へ分化するか、あるいは同一抗原により活性化されたヘルパーT細胞を介して形質細胞へと分化する。形質細胞は特製の武器「抗体」をつくる。抗体は対応する病原体に取り付き、無力化させる。



いよいよ始まったね、『自然免疫チーム』の第一波攻撃!

『自然免疫』は生まれつきヒトに備わった免疫システム。体内に侵入した病原体を最前線で待ち構えた免疫細胞が迎え撃ちます。さらに戦いながら得た敵の情報を、後方に控える攻撃本隊の『獲得免疫チーム』に伝え、総攻撃の準備を促します。

病原体(抗原) VS 自然免疫チーム

侵入する病原体に立ち向かう前線部隊が集結だ!



マクロファージ

真っ先に敵を発見して、襲いかかるのがオイラの仕事。大食いだから、どんどん敵を食べちゃうぞ!

サイトカインで仲間に知らせて、早く応援を呼ばなくちゃ。

サイトカイン(情報伝達物質)
我らは細胞間で情報を伝え合う情報伝達物質です。それぞれ、抗原の刺激によって免疫細胞から放出されると、周囲の仲間を活性化させ、気合を入れて臨戦態勢にしたり、応援部隊を呼び寄せたりします。そうそう、周囲の血管壁を緩めて、仲間が移動しやすくするのも我らの仕事。「炎症」は敵の周囲に仲間が集まった状態を言うんですよ。



樹状細胞

T細胞さんにちよつくら戦況を知らせてくるよ。

マクロファージくん、待たせてごめん。オレたちが来たから、もう安心だぞ!

リンパ節にいる司令官・ヘルパーT細胞さんに敵の体の一部(抗原)を届けて、その正体を報告しに行くぞ(抗原提示)。

好中球
みんな、応援に来たよ。ボクは強い殺菌酵素を持ってるから、力を合わせて、敵をやっつけようぜ!数は少ないけど、仲間の好酸球、好塩基球もがんばるよ。

NK細胞(ナチュラルキラー細胞)
異常を起こした細胞を殺すのが、リンパ球の仲間のワイの仕事や。ウイルスに感染した細胞や、がん化した細胞に、分解酵素や細胞死を促す物質を分泌して、破壊するんやで。



敵の侵入にスピーディーに反応するのがこのチームの特徴なんだよ。

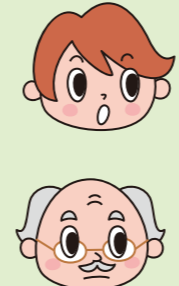


流れるようなチームプレイだね。カッコイイ!



ガンバレ、みんな! 私たちの体を病気から守って!

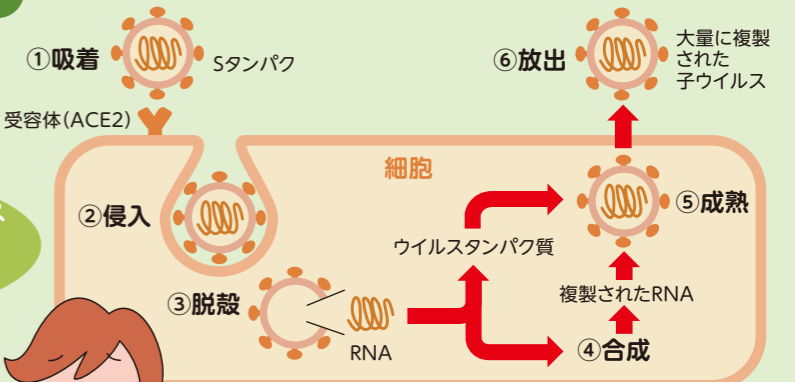
コラム2 ウイルスの細胞侵入図(吸着~放出)



バリアをくぐり抜けた敵はどうやって細胞に入り込むの?

いい質問だね。じゃあコロナウイルスの場合を例にして、侵入から増殖、放出までを図で見てみよう。

複製に利用された細胞は抜け殻となって死んじゃうんだね。



しぶとい敵は、より強力な『獲得免疫チーム』の集中攻撃で撃破だ!

『自然免疫』で対処できなかった病原体(抗原)への攻撃は『獲得免疫』が担います。自然免疫チームから得た敵の情報を元に、ここで活躍するのがT細胞やB細胞などのリンパ球。獲得免疫は大きく分けて、感染した細胞をピンポイントで排除する『細胞性免疫』と、抗体という武器で体液中の敵を倒す『液性免疫』があります。この経験を学習して、次に同じ病原体が侵入しても素早く対応し、感染を防いだり、重症化しにくくするなど、免疫機能はアップ・デートします。これを『免疫記憶』といいます。

病原体(抗原) VS 獲得免疫チーム 自然免疫の前線を突破した病原体に立ち向かう精鋭部隊が活躍!

細胞性免疫 ウイルスに感染した細胞をキラーT細胞(細胞傷害性Tリンパ球)が直接攻撃して排除する免疫

液性免疫 体液中の抗体が働いて病原体を排除する免疫。抗体の中でも病原体を不活化させる「中和抗体」が重要



敵の特徴をしっかりと分析して攻撃しつつ、この経験を記憶して次に備えるんだよ。

抗体は細胞の中には入れず、細胞の外で体液や血清中で活躍するんだね。

ウイルスはヒトの細胞に侵入して、乗っ取っちゃうのね。

コラム3 『抗体』ってなーに?

ボクらは「免疫グロブリン」(Ig)と呼ばれ、Y字形の先端で敵の抗原に結合し、無力化させるのさ。仲間はずっと5種類(IgM, IgG, IgA, IgE, IgD)。一般的に感染初期にはIgMが産生され、その減少を補う形で、次にIgGが増加してくるんだ。でも新型コロナウイルスのように発症後5日目頃よりIgMとIgGがほぼ同時、またはIgGが先行して産生され、2週目頃にそれぞれがピークとなる例もあるよ。抗体検査ではこの性質を利用して、いつ感染したかがわかるんだ。その他、IgEはアレルギー反応に関係するよ。ワクチン接種や抗体検査などで、ボクらの重要性が注目されて嬉しいね。

コラム4 『サイトカインストーム』ってなーに?

それは免疫機能の暴走の一つで、新型コロナウイルス感染症の重症化の一因となっているんだよ。

免疫細胞同士の連携に大切なサイトカインですが、過剰に分泌されると、それに刺激された細胞がさらにサイトカインを分泌して、毛細血管や臓器に激しい炎症が広がり、最悪の場合には機能不全を招きます。これが『サイトカインストーム』です。この状態が続くと、免疫細胞が過剰に反応して、自分の正常な細胞までも攻撃してしまいます。新型コロナウイルスの感染重症化の一因としてわかってきたのが、『サイトカインストーム』です。



おじいちゃん、免疫のしくみを医療に応用して、大きな成果が上がってるよね。

そうだね。ここではワクチンと抗体医療を紹介しよう。



1 ワクチン



毎年、インフルエンザワクチンを打ってるわよ。

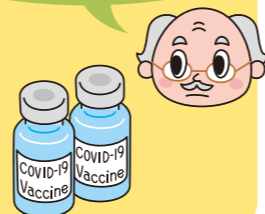
コロナ禍で、mRNAワクチンは大活躍してくれてるよね。



現在利用されているワクチンは弱毒性ワクチン、不活化ワクチン、成分ワクチン、mRNAワクチン、ウイルスベクターワクチンなどがあります。

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) で活躍するファイザー社やモデルナ社製のワクチンはmRNAワクチンで、まったく新しいタイプのワクチンです。ただ、抗体IgGの誘導は出来ますが、IgA(粘膜表面に分泌され、感染阻止を担う)や細胞性免疫の誘導が弱いため、感染阻止よりも発症や重症化阻止に力点が置かれています。

コロナ禍が今のインフルエンザ程度の流行に落ち着くためには、ワクチン接種が欠かせないね。



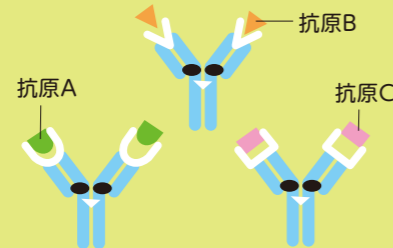
2 抗体医療

従来から行われている病原体(難治性感染症)の中和に抗体を用いる治療に加えて、近年はサイトカインの異常産生などを原因とする疾患・症状(自己免疫疾患、サイトカインストーム)の治療に、サイトカインやサイトカイン受容体の不活性化を目的として抗体が用いられています。さらになん細胞によるキラーT細胞の活性抑制の解除を目的とした抗体医療も発展しています。また、白血病細胞表面の特異(特定)抗原を標的とする抗体医療も有効な成績を示しています。

A 免疫グロブリン製剤

血清からIgG抗体だけを調製したものです。血清中のIgGは『ポリクロナール抗体』*註1として、多種多様な抗原に対して反応する多種類の抗体が存在しているため、多種の微生物や毒素などにそれぞれの抗体が特異的に反応する可能性が期待できます。

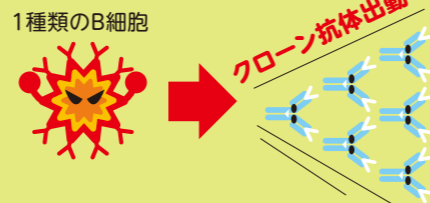
*註1「ポリクロナール抗体」…同じ抗原に対して複数のB細胞が応答するために抗原との反応性が異なる免疫グロブリンの混合物。



B 抗体医薬品

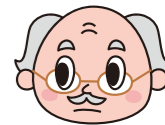
免疫系の破綻、異常亢進など、サイトカインの異常産生を原因とする疾患やがん治療に期待されています。近年、『完全ヒト型モノクローナル抗体』*註2をマウス(ヒト抗体遺伝子導入遺伝子組換えマウス)で作製できるようになり、これによる抗体医薬品を治療に用いるようになりました。2021年現在、国内で承認されている抗体医薬品は63種類あり、今後も増加の傾向にあります。

*註2「完全ヒト型モノクローナル抗体」…ただ1種類のB細胞から造られた1種類の混じりっ気のない抗体のコピー(クローン)。大量に造ることができ、例えば、がん細胞だけを攻撃します。



体を守るはずの免疫システムが誤作動しちゃうの？

体内に侵入してきた外敵から体を守るしくみが免疫だけど、このシステムに異常が起きると、様々な病気が引き起こされるんだ。その代表的な例を見てみよう。



免疫不全疾患

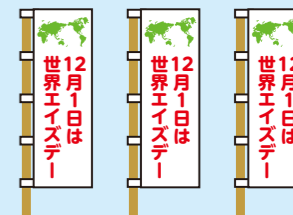
自然免疫系や獲得免疫系(液性、細胞性)を構成する要素が欠落したり、数の減少などの異常が生じて、正常に機能しなくなる疾患を『免疫不全疾患』といいます。通常に比べて頻繁に感染症を発症したり、重症化して長引いたりします。原因から次の2つに分類されます。

① 原発性免疫不全症(遺伝的原因による)

自然免疫系	補体欠損症、白血球粘着能欠損症、NK細胞欠損症、先天性好中球減少症
液性免疫系	X連鎖無ガンマグロブリン血症、選択的IgA欠損症、X連鎖性IgM症候群
獲得免疫系	ディジョージ症候群、X連鎖性重症複合免疫不全症、ウイスコット・アルドリッチ症候群、ADA(アデノシンデアミナーゼ)欠損症

② 後天性免疫不全症(後天的原因による)

一過性の免疫不全は、感染症、放射線曝露、脾臓摘出、腫瘍、免疫抑制剤の使用などによって、発症することがあります。これに対し長期に及ぶ免疫不全症のAIDS(エイズ)は、ヘルパーT細胞がHIV(ヒト免疫不全ウイルス)に感染することで、T細胞が減少し、病原体に対する抵抗力が次第に失われていく病気です。



自己免疫疾患

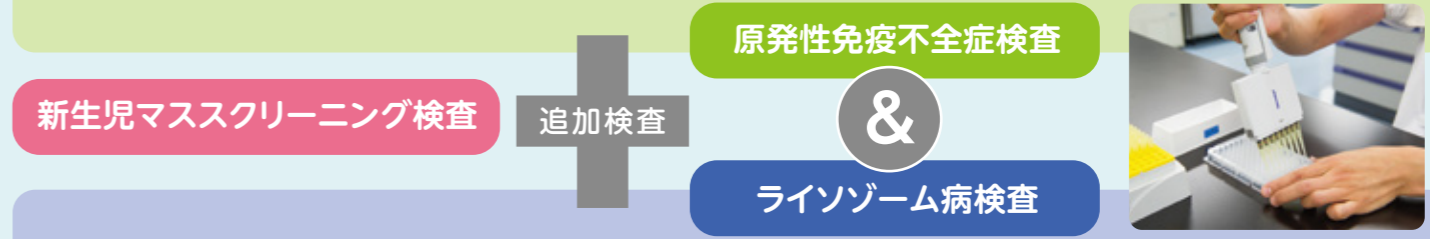
免疫システムが本来攻撃しないはずの自分を攻撃してしまうのが『自己免疫疾患』です。特定の臓器に限定された『臓器特異的自己免疫疾患』と、全身の細胞に免疫反応が起きる『全身性自己免疫疾患』があります。前者には「関節リウマチ」や、甲状腺の「バセドウ病」「橋本病」などがあり、後者では細胞内のDNAやタンパク質に自己抗体ができる難病、「全身性エリマトーデス」などがあります。

新しい検査開始!

従来の新生児マススクリーニングによる「代謝異常症」「内分泌疾患」の検査の他に、新たに「原発性免疫不全症」「ライソゾーム病」の検査をはじめました。

当センターでは、札幌市を除く北海道内の産科医療機関で生まれたお子様を対象に、内分泌疾患、代謝異常症24疾患を早期にみつけるためのスクリーニング検査を道の委託を受けて行っています。また、この検査とは別に2020年11月1日より原発性免疫不全症・ライソゾーム病5疾患を加えた新たな検査を任意検査として実施しております。また、札幌市内の産科医療機関で生まれたお子様についても、2021年9月1日より同様に開始しております。

感染症とたたかう“免疫”に生まれつきの異常があるために、感染症を繰り返したり、重症化してしまう病気です。代表的なものとしてTリンパ球がない重症複合免疫不全症(SCID・スキッド)とBリンパ球がないB細胞欠損症があります。どちらも乳児期早期から重症な感染症を繰り返し、肺炎、中耳炎、髄膜炎、敗血症などを引き起こします。アメリカや台湾、日本の一部の地域ではすでにこの検査が行われており、多くの赤ちゃんが早く診断され、助かっています。



細胞の中の「ライソゾーム」に含まれる「酵素」が生まれつきないか、または働きが悪いために、脂質や糖質が蓄積して様々な症状があらわれます。「ライソゾーム病」は約60種類ありますが、この検査では、ムコ多糖症I型・II型、ポンペ病、ファブリー病、ゴーシェ病の5種類を見つけることができます。生後できるだけ早い時期に病気を見つけて、酵素補充療法などを行うことで症状の進行を抑えることが期待できます。

一般財団法人として、さまざまな健康啓発活動をおこなっています。

道薬検は健康に関する冊子発行や、専門の講師を招いた「健康セミナー」開催などの啓発活動をおこなっています。くわしくはホームページをご覧ください。



2021年10月の「健康セミナー」会場風景(STVホール)

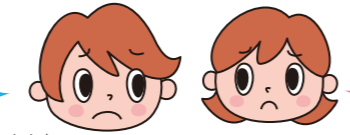


これまで発行した主な冊子の表紙



アレルギーとは、食べ物など「本来有害ではない異物(抗原)」に対して、免疫システムが過敏に反応することなんだ。

ボクは小さい頃、アトピー性皮膚炎で大変だったんだ。



私は毎年、花粉症に悩まされてるの。

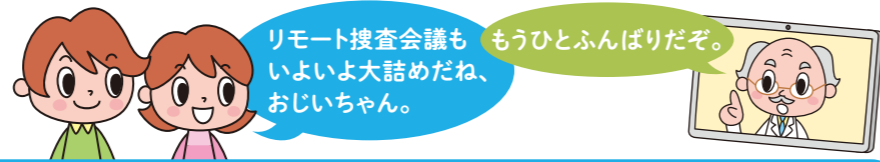
ある種の異物(抗原)に対して、獲得免疫が成立することを「感作」と言います。再度その抗原を体内に摂取したとき、免疫が過剰に反応し、組織障害を引き起こすことを過敏反応と呼びます。過敏反応には抗体が関与するI型～III型と、T細胞が関与するIV型の4つのタイプがあります。

	過敏反応のタイプと関与する免疫物質	発症機序	症状・病名
液性免疫が関与	I型 即時型過敏反応 IgE マスト細胞	もっとも一般的なアレルギー。マスト細胞に結合したIgEが抗原と反応して、ヒスタミンやロイコトリエンを放出し、アレルギー症状を引き起こす。	●アレルギー性鼻炎 ●気管支喘息 ●蕁麻疹 ●アナフィラキシー
	II型 細胞傷害反応 IgM IgG 補体	細胞表面の抗原と抗体が結合したところをマクロファージが破壊する。また、活性化した補体が細胞を破壊することも。	●溶血性貧血 ●血小板減少性紫斑病 ●血液型不適合輸血 ●自己免疫性血液疾患
	III型 免疫複合体反応 IgM IgG 補体	抗体と抗原の複合体が血管の壁に付着。そこに補体加わり、血管内皮細胞や内臓組織に炎症を起こす。	●糸球体腎炎 ●クリオグロブリン血症 ●全身性エリテマトーデス(SLE)
細胞性免疫が関与	IV型 遅発型過敏反応 T細胞 サイトカイン マクロファージ	症状が現れるまで時間がかかる。ヘルパーT細胞がサイトカインを放出して、マクロファージを呼び寄せ、炎症を起こす。	●接触性皮膚炎 ●炎症性腸疾患 ●結核性肉芽腫 ●アレルギー性脳脊髄炎 ●金属アレルギー

コラム5 コロナワクチンの副反応で話題になった『アナフィラキシーショック』ってなーに?

全身に急激なアレルギー症状を起こし、悪化した状態を『アナフィラキシー』と呼ぶんだ。特に気管支周辺の筋肉が収縮して呼吸困難になったり、血圧が急激に低下して意識を失うなどのショック症状を伴う反応を『アナフィラキシーショック』と呼び、ときには命にかかわる場合もある。そんなときは「エピペン(エピネフリン)自己注射薬」を使用したり、救急車を呼ぶなどして、急いで病院で診察を受けることだね。





Q1 ヒトの体内で共生する善玉菌(腸内細菌)や酵母はどうして免疫バリアに引っ掛からないのかな?

A1 それはね…

腸管内や口腔内の細菌叢(フローラ)を形成する細菌は、個人差はあるけど、出生後直ぐに定着がはじまり、生後3年目頃までに完成するんだよ。驚くことに、体内には約1000種の菌が約100兆個も存在し、互いに一定の数と生息場所を保って、バランスを維持しながら存続を続けているんだ。

ヒトの免疫機構は生後5年程度で完成するため、それまでは免疫機構が不十分な状態なので、侵入した菌は免疫に排除されにくいのだよ。それらの菌の多くは、出生時の産道内、授乳時などから母体由来の「非病原性菌」で、出生後すぐに定着すると考えられているんだね。次いで離乳食を介して持ち込まれる、いわゆる善玉菌が腸内の安全性を確保するように機能し、その後完成してくる免疫系とのバランスのなかで腸管免疫系が構築されるんだよ。

Q2 細菌やウイルスより大きい寄生虫や原虫による感染に対しても、免疫の働きは変わらないの?

A2 それはね…

一般的に寄生虫は原虫類(単細胞生物)と蠕虫類(多細胞生物)に分けられ、原虫類は細胞内寄生性を、蠕虫類は細胞外寄生性を示すんだよ。生体防御系としての自然免疫のバリアーは両者に対して機能しているが、獲得免疫による防御機能は両者で異なることが知られているんだ。

原虫類に対しては、ヘルパーT細胞の活性化によるサイトカイン(インターフェロン- γ など)の産生を介したマクロファージの活性化が重要な役割を担っているんだ。液性免疫では抗体IgGの産生が重要だが、トリパノソーマやマラリア原虫のように抗原変異を繰り返して、免疫を回避をするものもあるんだよ。

蠕虫類に対しては、IgGの産生も見られるが、特異的IgEの産生と好酸球が排除に強く関わっている。しかし、トキソプラズマや施毛虫は、免疫系が作用し難い筋肉内や脳内に潜んで防御機構を回避しているんだ。

Q3 免疫力が落ちたら感染しやすいって聞くけど、免疫力を高めるために効果的な食物(栄養)があったら教えて。

A3 それはね…

免疫系を維持している細胞の栄養を保つことが必要なんだよ。ビタミン類、ミネラル類、その他の栄養成分を含んだ食材をまんべんなく摂取すれば良いわけだね。あとは日頃から健全な食生活、日常生活を続ければ十分だと言えるね。

特に何かとなれば、腸管免疫が身体の健全化に寄与していることが明らかになりつつあるので、腸内細菌叢を介して腸管免疫の機能を高めることが良い方法かもしれないね。このためにはプロバイオテックス(生きた乳酸菌やビフィズス菌、酪酸菌など)、プレバイオテックス(腸内の善玉菌の増殖を促す基質)、シンバイオテックス(前両者の併用)、ポストバイオテックス(善玉菌の不活化菌体や成分)などの摂取が有効と思うよ。多くは薬として販売されているから、調べてごらん。

Q4 変異が続く新型コロナウイルスだけど、これからもワクチンは打ち続ける必要があるの? それと飲み薬が普及したら、どうなるの?

A4 それはね…

インフルエンザウイルスは流行のたびに多種多様な変異(抗原変異)を起こし、既存のインフルエンザウイルスに対する免疫機能を回避する能力を備えている。その都度、成分ワクチン(スプリットワクチン)と抗ウイルス薬で対応しているけど、毎年多くの感染者と死者を出しているのは知っているよね。ワクチンは次年度に流行する株を予想して作成するため、流行株と一致させるのはとても難しいことなんだ。

新型コロナウイルスもインフルエンザウイルスと同様に高頻度で変異を繰り返しているため、流行株に一致するワクチンを作成するのは同じように難しいのだが、mRNAワクチンの対応によって変異と戦うことができる可能性はある。

加えて有効な抗ウイルス薬が使用可能となれば、インフルエンザウイルスと同様の対応で社会生活を維持できるようになるね。しかし、ウイルスに薬剤耐性や高病原性の変異獲得があれば、対応はさらに難しくなることが予想されるから安心はできないね。

ボクらのリモート捜査会議は、これにて一件落着!



札幌医科大学 名誉教授 藤井 暢弘 先生

液性免疫(抗体)による感染防御とワクチン

感染防御(阻止)は、細菌もウイルスも基本的には粘膜表面での接着、定着阻止です。このために機能を発揮するのが分泌型抗体のIgA。IgAは粘膜表面に分泌され細菌やウイルスの接着・定着を阻止します。また、乳汁、涙液、にも分泌されています。これに対してIgGは血液中や組織液中に存在して微生物の中和・不活化に関わっています。つまり、IgGは体内へ侵入し増殖した微生物の体内伝播を阻止して発症や重症化を阻止することに力が置かれているのです。

ワクチンには弱毒生ワクチン、不活化ワクチン、成分ワクチン、mRNAワクチンなど多くの種類が使用されていますが、IgAを産生できるのは弱毒生ワクチンであり、その他のワクチンは産生できないか、あっても極僅かです。従って、インフルエンザウイルスワクチンも新型コロナウイルスワクチンも感染防御能は低いと言わざるを得ません。またIgGの産生が認められても実際に有効な中和抗体(標的ウイルスを中和する抗体)の量が重要であることを認識する必要があります。中和抗体量が少なければ発症阻止能、重症化阻止能も低いこととなります。

私たちは、それぞれ使用されるワクチンの機能と限界を理解して自分の日常生活、感染予防に取り組むようにしなければなりません。