

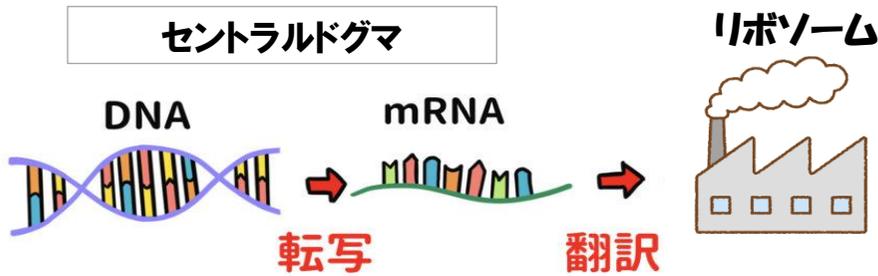
ウイルス感染と免疫機構

今回は、あらためて免疫の仕組みと何故 mRNA ワクチンが効くのかを解説します。

セントラルドグマとウイルスの増殖

まず、ヒトの細胞の中では、DNA という遺伝子情報から、必要なものを RNA が写し取ります。この RNA を mRNA (メセンジャーRNA) といい、写し取ることを転写といいます。転写した mRNA は合成工場である、リボソームへ行き、その情報から必要な物質を作り出します。これを翻訳といいます。DNA のデータの必要な所を mRNA が転写して、リボソームで翻訳することで、体に必要な物質は作られています。この一連の流れは一方通行で、この仕組みをセントラルドグマといいます。

さて、ウイルスは自分の力では増殖できないので、ヒトの細胞に入り込んで、セントラルドグマを利用して増殖します。つまり、自分の遺伝情報を mRNA に転写して、リボソームでウイルスを作らせるわけです。こうして増殖したウイルスは、細胞の外へ排出されていきます。



免疫

免疫に関与するのは、白血球です。これから登場する、樹状細胞、ヘルパーT細胞、細胞障害性T細胞、B細胞はすべて白血球の仲間です。

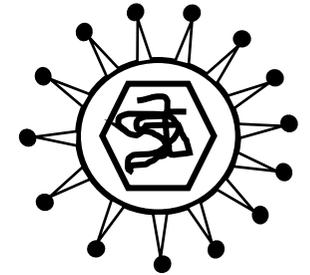
ウイルスはヒトにとって異物なので、これを樹状細胞が食べます。そして、ウイルスの攻撃対象となる部分(これを抗原といいます)をその表面に提示します。そしてこの抗原をヘルパーT細胞が読み取ります。読み取った情報をB細胞に伝えると、B細胞はこの抗原に対する抗体を産生します。これを液性免疫と言います。

一方、ヘルパーT細胞は抗原の情報を細胞障害性T細胞にも伝えます。情報を得た細胞障害性T細胞は、ウイルスを感染した細胞ごと破壊して排除します。これを細胞性免疫といいます。樹状細胞やヘルパーT細胞は仲間を呼んで情報を伝えるときに、サイトカインという物質を放出します。これが発熱、頭痛、関節痛や倦怠感の原因となります。風邪症状は、ウイルスが起こしているのではなくて、自分自身が引き起こしているのです。

新型コロナウイルスワクチン

新型コロナウイルスがヒトの細胞に侵入するときには、ウイルス表面にある、スパイクという突起を鍵のように使います。ということは、このスパイクに対する抗体を作れば、ウイルスは細胞内に侵入できないので、増殖できません。つまり、スパイクをヒトに投与すれば抗体が作られるわけです。インフルエンザウイルスも同様にスパイクがあるので、インフルエンザウイルスを鶏卵で増殖させて、スパイクのみを取り出したものをワクチンとします。これを不活化ワクチンといいます。ところが、新型コロナウイルスは鶏卵で増殖させることができません。そこで、スパイクの遺伝子情報を解明して、その情報を転写した mRNA を作り、それを投与することにしたのです。転写済み mRNA は PEG (ポリエチレングリコール) という脂質の膜に覆われた形でヒトに投与されます。投与された mRNA は細胞に取り込まれて、リボソームで翻訳され、スパイクが作り出されます。その後は免疫で説明した通り、スパイクに対する抗体が作られ、スパイクを作り出している細胞は、細胞障害性T細胞により破壊されます。

mRNA ワクチンが優れている点は、従来のインフルエンザ不活化ワクチンでは、液性免疫しか起こせなかったのが、細胞性免疫も活性化させることです。これにより、不活化ワクチンでは効果が70%程度であるのに対して、95%と高い感染予防効果が期待できるのです。



免疫の仕組み

