

なんと、ワクチンは「病気にかからない薬」じゃなかった…！じつは、「免疫を活性化」させて、感染しても「重症化させない」ことが本当のお役目

12/11(月)現代ビジネス

世界の感染者数、死亡者数が増加する中で、ワクチンは新型コロナウイルス感染症のパンデミック(世界的大流行)を収束させる切り札だと考えられてきました。ただ、ワクチンができた後も流行が止まったわけではありません。

折しも、2023年のノーベル医学・生理学賞は、新型コロナウイルスのワクチン開発で大きな貢献をした、カタリン・カリコ氏と、ドリュー・ワイスマン氏の2人が選ばれました。

いま、注目を集める「ワクチン」とは、いったいどういう働きをするのか、RNA ワクチンの何が新しいのか、科学的なメカニズムに迫ります。

ワクチンが働く仕組み

ワクチンは、18世紀にエドワード・ジェンナーが種痘によって天然痘を防ぐことを考案したことから始まります。これを普遍化したのが、フランスの細菌学者ルイ・パスツールです。パスツールは、病原体を弱毒化することで多くの病原体に適用できる「弱毒生ワクチン」の手法を確立しました。

ただし、ワクチンに使える弱毒変異株は常に得られるわけではなく、強毒に戻ってしまう可能性もあります。そこで病原体を殺して投与する「不活化ワクチン」や、病原体のタンパク質の一部を投与する「コンポーネントワクチン」が考案されました。

弱毒生ワクチン:弱毒した変異株を投与

不活化ワクチン:病原体を殺して投与

コンポーネントワクチン:病原体のタンパク質の一部を投与

ワクチンによる感染防御の主体は、抗体とキラーT細胞です。またB細胞に優れた抗体をつくらせるためにはヘルパーT細胞も欠かせません。これらの細胞は獲得免疫の主役たちですが、獲得免疫を誘導するには自然免疫を活性化する必要があります。

精製したタンパク質成分だけのコンポーネントワクチンは、自然免疫を活性化できません。そのためコンポーネントワクチンは、「アジュバント」と呼ばれる自然免疫を活性化させる物質を加えて投与します。

例えば、子宮頸がんワクチン(ヒトパピローマウイルスワクチン)は、ウイルスの殻のタンパク質成分だけを投与するコンポーネントワクチンであるため、アジュバントとしてトル様受容体4(TLR4)を活性化する脂質が含まれています。

TLRは、細胞の表面や細胞内にある小胞の表面などに発現している病原体センサーです。いくつか種類があり、TLR3やTLR7はウイルスの核酸を認識します。TLR4は、主に細菌の細胞膜に存在する糖タンパク質や脂質を認識し、自然免疫を活性化します。

不活化ワクチンには脂質や核酸などウイルス成分が入っていて、それらが自然免疫を活性化させる効果を持つので、アジュバントを加えずに投与可能です。

免疫活性化の道すじ

さまざまなワクチンによる免疫活性化

さまざまなワクチンがどのように免疫を活性化するか、図「さまざまなワクチンによる免疫活性化」にまとめました。

ン、ともいえます。実は、これが本来のワクチンの効能なのです。ただし、今までインフルエンザにかかっていない乳幼児では、このインフルエンザワクチンはあまり効果が期待できないこととなります。

さて、こうしたここで解説したワクチンは、弱毒化した病原体や、不活化した病原体、あるいは精製した抗原タンパク質にアジュバントを加えたものが使われてきましたが、新型コロナウイルスに対して、ファイザー社とビオンテック社が共同開発したワクチン、またモデルナ社が開発したワクチンは、「mRNA ワクチン」というまったく新しいタイプのワクチンでした。つづいて、「mRNA ワクチン」について、解説します。