

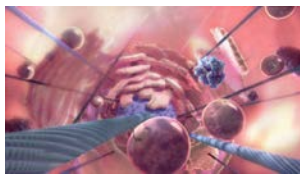
Q&A DNA、胎児細胞とワクチン： あなたが知っておくべきこと

2022年夏号
第1巻

胎児細胞や胎児のDNAを含むワクチンというのは厄介なものになりえます。カトリック教会では中絶を容認していないため、カトリック信者のように胎児細胞の使用に懸念を抱く人もいます。また、より一般的な宗教的信条や個人的信条に基づく懸念もあります。カトリック教会の場合、バチカンの主要な政策決定機関である「The Pontifical Academy for Life」が、信徒が胎児細胞を使って作られたワクチンを受け入れるかどうかの問題を検討しました。その決定は、可能な限り胎児細胞を使用せずにワクチンを製造することを希望するというものでしたが、代替手段がないこと、自分の子供とその子供と接触する人々を守る必要性が高いことから、これらのワクチンを受け入れるカトリック信徒は、「道徳的に正当化される」と判断しました。この決定だけでなく、どの宗教を信仰しているかにかかわらず、このトピックに関連する懸念や疑問を持っている人がいることを私たちは理解しています。このQ&Aは、私たちに寄せられる最も一般的な質問のいくつかを取り上げています。

Q. なぜワクチンを作るのに細胞が使われるのですか？

A. ウイルスは単純な生物です。通常、数個のタンパク質と遺伝子（DNAまたはRNA）しか含んでいません。そのため、自分自身で繁殖するのに必要な装置を持っていません。従って、ウイルスは細胞に感染し、細胞の装置を使って自分自身を増やす必要があります。つまり、ウイルスを研究したり、ワクチンを作ったりするためには、科学者はウイルスが繁殖するための細胞が必要なのです。様々なウイルスはどのタイプの細胞でも繁殖できるわけではありません。従って、ウイルス研究の重要な部分は、それぞれのウイルスがどのタイプの細胞を好むかを突き止めることです。



ウイルスがどのように繁殖するかを示すアニメーションをご覧ください (bit.ly/3wDqM7W)。

Q. なぜ胎児細胞がワクチン作りに使われたのですか？

A. 科学者たちはもともと、老化プロセスを理解するために胎児細胞を研究していました。しかし、科学的な協力関係やワクチン開発における課題から、ワクチン開発に胎児細胞を使用することになりました。具体的には、科学者たちは、サルの子宮細胞でポリオ・ウイルスを増殖させて作ったポリオ・ワクチンの中に、サルウイルス40 (SV40) と呼ばれる潜在的に癌を引き起こす可能性のあるウイルスを発見したのです。同定されたサルのウイルスで40番目のウイルスだったために、SV40と呼ばれました。最終的に、SV40はポリオ・ワクチン接種者にガンを引き起こさないことが示されましたが、この理解が進むには時間がかかりました。その間に、ワクチン科学者たちは、ウイルスが増殖するためには細胞が必要であるため、SV40やその他の有害なウイルスが将来のワクチンに混入しないようにしなければならぬことに気づきました。偶然にも、老化を研究している最も著名な科学者の一人であるLeonard Hayflickは、PhiladelphiaのWistar Instituteで、2人の著名なワクチン科学者、Hilary KoprowskiとStanley Plotkinと同じ仕事をしていました。その3人は共同で、次のことに気づきました。胎児は通常、子宮内でウイルスにさらされることはないため、胎児の細胞は、将来のウイルス・ワクチンに、人に有害な可能性のある他のウイルスが不用意に含まれていないことを保証する方法を提供することになると。

汚染される可能性のあるウイルスがないことに加えて、胎児細胞はワクチン開発にとってもう一つの利点を提供しました。ワクチンは人に感染するウイルスを対象としているため、ワクチン作製に使用されるヒトウイルスはヒト細胞で最もよく増殖します。

Q. 胎児細胞を使用しているワクチンはどれですか？

A. 胎児細胞を使用したワクチンには以下のものがあります。

- 水痘（水ぼうそう）
- COVID-19（J&J/JanssenやAstraZenecaなどのウイルスベクターバージョン）
- A型肝炎
- 狂犬病（Imovax®として知られる1つのバージョン）
- 風疹（MMRワクチンの「R」）

インフルエンザやCOVID-19 mRNAワクチンを含め、その他のワクチンで胎児細胞を使用して製造されたものはありません。

Q. 胎児細胞を使用するワクチンは、追加で中絶が必要ですか？

A. いいえ。一度細胞を元の供給源から調製すれば、実験室で無制限に維持することができます。これらの細胞を維持するプロセスは、一般的に「細胞培養」または「細胞継代」と呼ばれています。

細胞培養は、無菌で温度制御された環境の下、専用の容器で細胞を培養します。細胞の成長を促す栄養素を容器に加え、細胞が複製し容器の表面を満たすと、科学者たちはそれを新しい無菌容器に分け、新鮮な成分を加えます。また定期的に、新しい細胞の一部を液体窒素冷凍庫と呼ばれる特別な冷凍庫に保管します。この冷凍庫は摂氏マイナス190度（華氏マイナス310度）を維持します。この極端な温度で細胞を保存することで、細胞は、生物学的に不活性なままで生き延びることができます。そのため、科学者たちは新鮮な細胞の供給が必要になったとき、いくつかの細胞を解凍し、再び新しい細胞の増殖を開始することができるのです。このように、細胞の供給は事実上無限です。その結果、新たな中絶は必要ありません。今日ワクチンの製造に使われている胎児細胞は、ワクチンによって1960年、1970年代、1980年代に初めて分離されたものです。

続く

Q&A DNA、胎児細胞とワクチン： あなたが知っておくべきこと

Q. 胎児細胞にはDNAが含まれているのですか？DNAとは何ですか？

A. 胎児細胞を含むすべてのヒト細胞にはDNAが含まれています。DNAはデオキシリボ核酸の略です。DNAは、私たちの細胞が正しく機能するように指示を与える設計図であり、つまり、DNAによって細胞は、タンパク質や酵素を作ったり、他の細胞とコミュニケーションをとったりすることができるのです。

DNAは各細胞内の核と呼ばれる区画で保護されています。核は航空管制塔のようなもので、保護された場所から細胞内のすべての活動を監視し、細胞が秩序正しく仕事を遂行できるようにしているのです。

Q. 胎児細胞のDNAはワクチンに含まれていますか？

A. ワクチンウイルスは何段階かの精製工程を経ており、DNAはこれらの工程にあまり耐えられないため、残存するDNAの成分は高度に断片化された最小限のものです。製造工程由来のDNAがワクチン中に測定された場合、ピコグラムの量しか存在しませんでした。ピコグラムは1グラムの1兆分の1 (0.000000000001) です。そのため、この少量の断片化された物質は、私たち自身のDNAに損傷を与えたり、相互作用したりすることはありません。

Q. 胎児細胞のDNAは私たちのDNAを変化させることができますか？

A. いいえ。水痘ワクチン、A型肝炎ワクチン、狂犬病ワクチン（1種類）、風疹ワクチンはヒトの胎児細胞株で培養されているため、胎児細胞のDNAが私たち自身のDNAを変えてしまうのではないかと考える人もいます。しかし、ウイルスが細胞内で増殖する場合、通常は細胞が壊れて新しいウイルス粒子が放出されます。これは私たちがウイルスに感染したときに体内で起こることであり、実験室でも同様です。体内では、免疫系細胞の一部が掃除機として機能し、ウイルス感染によって破壊された細胞を含むゴミを除去します。実験室では、科学者たちは細胞の残骸を取り除くために精製法を用います。DNAは比較的壊れやすい分子なので、ウイルス感染を生き延びたとしても精製過程で破壊されます。そのため、小さなDNA断片が残っていて、ワクチンと一緒に注射されたとしても、認識可能なレベルではなく、問題を引き起こす能力もありません。

その他のリソース

Stanley Plotkin: Pioneering the use of fetal cells to make rubella vaccine (Stanley Plotkin; 風疹ワクチン製造のための胎児細胞の先駆的利用) (動画), hillemantfilm.com/stanley-plotkin (このウェブページには、細胞継代プロセスの詳細も掲載されている)

A Look inside the Lab: Liquid Nitrogen Freezer (研究室の中を見よう: 液体窒素フリーザー) (動画), bit.ly/3PAIijb

The Vaccine Race: Science, Politics, and the Human Costs of Defeating Disease (書籍) - Meredith Wadman, Penguin Random House, 2017
(本書はワクチン・アップデートのウェブサイト bit.ly/3Gd7rxn で要約されている)

この情報はChildren's Hospital of PhiladelphiaのVaccine Education Centerによって提供されています。当センターは親御様や医療専門家の方々のための教育情報源であり、感染症の研究および防止に注力する科学者や医師、および親御様から構成されています。Vaccine Education CenterはChildren's Hospital of Philadelphiaの基金教授陣によって資金提供されています。当センターは製薬会社からの援助を受けていません。The Center gratefully acknowledges Yukitsugu Nakamura, Hiroyuki Aiba, Tomohiro Katsuta for translation of this information. ©2022 The Children's Hospital of Philadelphia. 無断複写・転載を禁じます。22176-06-22.

Q. mRNAワクチンにはDNAが含まれていますか？

A. いいえ。PfizerとModernaのCOVID-19ワクチンは、メッセンジャーRNA (mRNA) を使用しています。これらのワクチンにはDNAは含まれていません。RNAはリボ核酸の略です。メッセンジャーRNAは細胞にタンパク質の作り方を指示します。

Q. mRNAワクチンにはDNAが含まれていませんが、これらのワクチンは私たちのDNAを変化させることができますか？なぜできないのですか？

A. mRNAはDNAと同じ核酸なので、mRNAがDNAに変換され、人のDNAの一部になるのではないかと考える人もいます。これにはいくつかの理由があります。まず、mRNAは細胞の細胞質に放出され、そこで処理されます。一方、DNAは細胞の核の中で保護されています。核酸が核に入るには、適切な酵素が必要です。このような酵素はワクチンと一緒に提供されることはなく、細胞質には通常存在しません。というのも、そうすれば何らかの核酸によって核がより簡単に破られてしまうからです。第二に、mRNAが核内に入ったとしても、まずDNAに変換する必要があります。これにはワクチンにはない別の酵素が必要です。この酵素は逆転写酵素と呼ばれます。第三に、mRNAがDNAに変換されて核内に入ったとしても、新しいDNAが個人のDNAの一部になるためには、インテグラーゼと呼ばれる別の酵素が必要です。インテグラーゼはワクチンには含まれておらず、細胞内で容易に利用できるものでもありません。そのため、mRNAワクチンが人のDNAを変えることは不可能です。

Q. ウイルスベクターワクチンはDNAを含んでいますか？

A. はい。J&J/JanssenやAstraZenecaのCOVID-19ワクチンのようなウイルスベクターワクチンはDNAを投与します。COVID-19ワクチンには、COVID-19の原因ウイルスであるSARS-CoV-2のスパイクタンパク質を表すDNAが含まれています。

ワクチンDNAは細胞の核に入り、そこでmRNAに変換されます。その後、mRNAは細胞の細胞質に送られ、スパイクタンパク質を作るための設計図として使用されます。スパイクタンパク質は、免疫系が協調的な免疫反応を起こすことによって反応する必要があるものとして認識されます。

Q. ウイルスベクターワクチンは私たちのDNAを変えることができますか？もしできないのであれば、なぜですか？

A. ワクチンのDNAは、私たち自身のDNAが存在する核の中に入るので、私たちのDNAが変化していないことをどうやって確認するのか疑問に思うかもしれません。ワクチンを供給するウイルスベクターは複製できないので、インテグラーゼのような、ワクチンDNAが私たち自身のDNAに組み込まれるのに必要な酵素を持っていません。興味深いことに、仮にDNAが組み込まれるとしても、ワクチンは生殖系列に属する細胞、つまり生殖に関与する細胞には投与されないことを理解することが重要です。