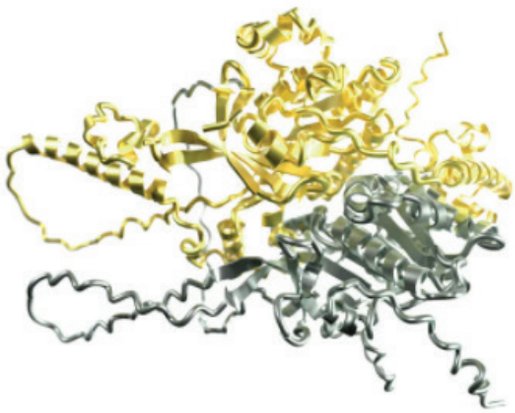
10 thành tựu khoa học thế giới nổi bật năm 2021

Năm 2021, nền khoa học thế giới đã ghi nhận nhiều tiến bộ vượt bậc dù trong bối cảnh tình hình đại dịch Covid-19 vẫn còn diễn biến phức tạp. Mới đây, Tạp chí Science đã bình chọn và công bố 10 thành tựu khoa học nổi bật của năm. Xin được giới thiệu cùng bạn đọc.

1 Hình thành cấu trúc protein - đột phá khoa học của năm

Trong bài phát biểu nhận giải Nobel năm 1972, nhà hóa sinh người Mỹ Christian Anfinsen đã gợi mở: "Một ngày nào đó, có thể dự đoán cấu trúc 3D của bất kỳ loại protein nào chỉ đơn thuần từ trình tự các khối axit amin. Với hàng trăm nghìn protein trong cơ thể con người, tiến bộ này sẽ đem lại những ứng dụng rộng khắp, cung cấp hiểu biết sâu sắc về sinh học cơ bản và tiết lộ các mục tiêu phát triển những loại thuốc mới đầy hứa hẹn". Sau gần 50 năm, năm 2021 các nhà nghiên cứu đã hiện thực hóa giấc mơ của Anfinsen khi chứng minh rằng các phần mềm được phát triển dựa trên trí thông minh nhân tạo (AI) có thể dự đoán cấu trúc protein một cách chính xác.



AI đã dự đoán cách hai protein tạo thành một phức hợp liên quan đến quá trình sửa chữa DNA trong nấm men.

Sự gấp khúc của protein là một yếu tố liên quan mật thiết đến chức năng của chúng. Các nhà khoa học đã phát hiện ra rằng, các bệnh hiện không thể điều trị như tiểu đường, Parkinson và Alzheimer đều liên quan đến lỗi protein. Trong tương lai gần chúng ta có thể hy vọng rằng, cấu trúc ba chiều của protein sẽ được dự đoán chính xác, từ đó thiết kế được các protein mới để điều trị các căn bệnh hiểm nghèo.

Năm 2021, các dự đoán cấu trúc protein bằng AI đã có bước phát triển vượt bậc với sự ra đời chương trình mã nguồn mở của mạng nơ-ron học sâu RoseTTAFold, giúp giải quyết được cấu trúc của hàng trăm loại protein. Không lâu sau đó, số lượng protein được giải mã đã lên đến 350.000 loại, tương ứng với khoảng 44% tất cả các loại protein đã biết của con người. Trong một công bố mới nhất, các nhà khoa học đã công bố 4.433 phức hợp protein-protein, loại protein nào liên kết với nhau cùng cách thức chúng liên kết.

Hiện nay, mã nguồn AlphaFold2 và RoseTTAFold hiện đã được tiết lộ rộng rãi, là cơ sở dữ liệu phong phú cho các nhà khoa học. Vào tháng 11, các nhà nghiên cứu ở Đức và Mỹ đã sử dụng AlphaFold2 và cryo-EM để lập bản đồ cấu trúc của phức hợp lỗ hạt nhân, một tổ hợp gồm 30 loại protein khác nhau kiểm soát việc tiếp cận nhân tế bào. Trong khi đó, các nhà nghiên cứu Trung Quốc đã sử dụng AlphaFold2 để lập bản đồ cấu trúc của gần 200 protein liên kết với DNA, có thể liên quan đến mọi thứ, từ sửa chữa DNA đến biểu hiện gen.

Đáng chú ý, các nhà nghiên cứu về SARS-CoV-2 đang sử dụng phần mềm AlphaFold2 để lập mô hình tác động của các đột biến trong protein đột biến của biến thể Omicron. Bằng cách chèn các axit amin lớn hơn vào protein, các đột biến đã thay đổi hình dạng của protein, giúp giữ các kháng thể không liên kết với chúng, từ đó vô hiệu hóa vi-rút.

Bước đột phá trong quá trình dự đoán cấu trúc protein là một trong những tiến bộ vĩ đại nhất từ trước đến nay, cả về thành tựu khoa học lẫn khả năng tạo cơ sở cho các nghiên cứu trong tương lai.

2 Khôi phục gen của các loài cổ đại

DNA từ hóa thạch đã làm thay đổi các nghiên cứu về sự tiến hóa của con người và động vật, tiết lộ các mối quan hệ chưa từng được biết đến, lần theo dấu vết của những cuộc di cư sớm và cho thấy sự giao phối giữa các loài cổ đại. Tuy nhiên với con người, các nhà khoa học chỉ mới phục hồi được 23 bộ gen cổ xưa, 18 trong số đó là của người Neanderthal. Gần

đây, các nhà khoa học đã khám phá được một kho tàng lớn DNA cổ đại từ đất của các tầng hang động.

Nhà nghiên cứu ghi lại vị trí của các mẫu trầm tích trong hang động Chiquihuite, Mexico.

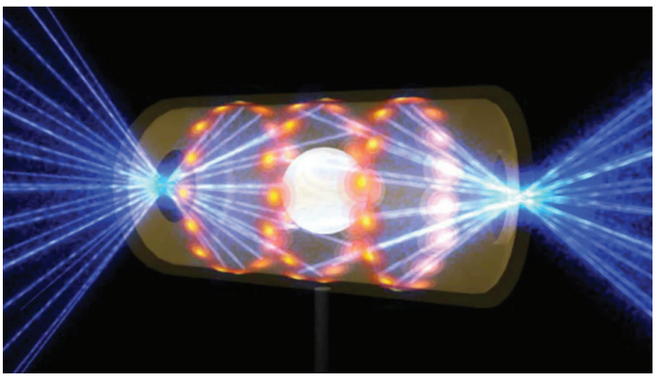
Năm 2021, các nhà khoa học đã sử dụng DNA hạt nhân để lập biểu đồ về sự phân bố của con người và động vật trong 3 hang động. Trong hang động Estatuas (Tây Ban Nha), DNA hạt nhân tiết lộ danh tính di truyền và giới tính của những người sống ở đó từ 80.000-113.000 năm trước, đồng thời gợi ý một dòng dõi của người Neanderthal thay thế một số dòng khác sau khi kết thúc kỷ băng hà. Trong mẫu đất 25.000 năm tuổi từ hang Satsurblia (Georgia), các nhà khoa học đã tìm thấy bộ gen nữ thuộc dòng người Neanderthal chưa từng được biết đến trước đây, cùng với dấu vết di truyền của một con bò rừng và một con sói hiện đã tuyệt chủng. Bằng cách so sánh DNA của gấu đen 12.000 năm tuổi từ hang động Chiquihuite (Mexico) với DNA của gấu hiện đại, các nhà khoa học phát hiện ra rằng, sau kỷ băng hà cuối cùng, hậu duệ của loại gấu này đã di cư về phía bắc Alaska.

Các kỹ thuật tách chiết và giải trình tự DNA hạt nhân từ đất cổ vẫn đang được cải thiện. Khi đó, các nhà nghiên cứu hy vọng sẽ trả lời được nhiều hơn nữa những câu hỏi về sự tồn tại của các loài cổ đại.

3 Năng lượng nhiệt hạch của Mặt trời

Từ lâu, phản ứng nhiệt hạch cung cấp năng lượng cho Mặt trời và các ngôi sao đã được xem là giải pháp cho vấn đề năng lượng của Trái đất. Nếu nhiệt hạch hạt nhân có thể được tái tạo trên trái đất, đây có thể là nguồn cung cấp năng lượng sạch, an toàn, giá rẻ và gần như vô hạn.

Tuy nhiên, rất khó để đạt được áp suất và nhiệt độ cần thiết cho phản ứng này. Đã có nhiều nỗ lực để lồng plasma siêu nhanh trong từ trường, cụ thể, các tổ chức chuyên trách của Mỹ đã sử dụng một xung từ tia laser năng lượng cao nhất thế giới để nén một viên nang có kích thước hạt tiêu chứa 2 đồng vị hydro là deuterium và tritium. Đầu năm 2021, phương pháp này tạo ra 170 KJ năng lượng nhiệt hạch cho mỗi lần bắn, tuy nhiên kết quả này thấp hơn rất nhiều so với yêu cầu đầu vào của tia laser là 1,9 MJ. Thử nghiệm trong tháng 10 đạt 430 KJ và trong tháng 11 là 700 KJ.



Tạo ra phản ứng nhiệt hạch bằng cách hội tụ 192 chùm tia laser xung quanh một viên nhiên liệu nhỏ chứa đồng vị hydro deuterium và tritium (ảnh: Lawrence Livermore National).

Hiện các nhà nghiên cứu đang tìm cách để đạt được hiệu quả phản ứng nhiệt hạch cao hơn thông qua việc điều chỉnh các yếu tố ban đầu để phản ứng mang lại kết quả tốt hơn (sử dụng các viên nhiên liệu lớn hoặc mịn hơn, nhiều lớp nhiên liệu đông lạnh đồng đều hơn hoặc các xung laser chất lượng cao hơn). Tuy nhiên, để biến năng lượng nhiệt hạch thành năng lượng tái tạo có thể sử dụng được trong tương lai là điều không hề dễ dàng, đòi hỏi quá trình nghiên cứu, thử nghiệm lâu dài và phải khắc phục được các vấn đề về khoa học và kỹ thuật vật liệu.

4 Tiềm năng của các loại thuốc điều trị Covid-19

Vắc-xin đóng vai trò quan trọng trong cuộc chiến chống lại Covid-19, nhưng thuốc kháng vi-rút đang ngày càng chứng minh được tính hiệu quả trong việc ngăn ngừa các triệu chứng và nguy cơ tử vong nếu được sử dụng sớm.

Năm 2021, các nhà sản xuất thuốc Pfizer và Merck đã công bố những kết quả khả quan của các thử nghiệm lâm sàng một số loại thuốc kháng vi-rút. Hãng Merck tuyên bố rằng, thuốc Molnupiravir làm giảm 30% nguy cơ nhập viện hoặc tử vong ở những người có nguy cơ cao, chưa được tiêm chủng, theo

dữ liệu cuối cùng được gửi cho các cơ quan quản lý. Thuốc kháng vi-rút của Pfizer, PF-07321332 giúp giảm tỷ lệ nhập viện đến 89% nếu bắt đầu điều trị trong vòng 3 ngày kể từ khi có triệu chứng.

Thuốc Molnupiravir của Hãng Merck.

Các nhà khoa học nhấn mạnh rằng, thuốc kháng vi-rút không thể thay thế việc tiêm phòng, nhưng vẫn rất quan trọng và sẽ còn cần thiết hơn nữa khi biến thể mới Omicron đang lây lan với tốc độ rất nhanh.

5 Phương pháp điều trị rối loạn căng thẳng sau sang chấn tâm lý

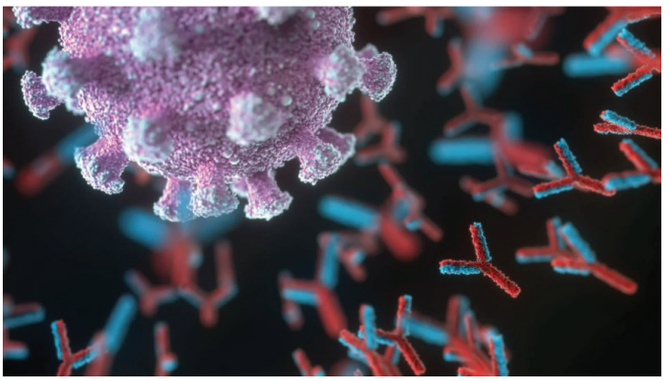
Sức mạnh thay đổi tâm trí của các loại thuốc thức thần đã từng làm dấy lên hy vọng rằng chúng có thể giúp giảm nhẹ triệu chứng của bệnh tâm thần, nhưng rất ít tài liệu chứng minh sự hiệu quả của các loại thuốc này. Cho đến năm 2021, một thử nghiệm đa trung tâm, ngẫu nhiên, có đối chứng đã phát hiện ra rằng 3,4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA), thường được gọi là thuốc lắc, làm giảm đáng kể các triệu chứng ở bệnh nhân rối loạn căng thẳng sau chấn thương.

Điều trị MDMA cho rối loạn căng thẳng sau chấn thương tâm lý.

Nghiên cứu được công bố trên Tạp chí Nature Medicine vào tháng 5 đã thử nghiệm sự kết hợp chuyên sâu giữa liệu pháp trò chuyện và MDMA cho thấy, có thể tạo ra cảm giác hạnh phúc và sự đồng cảm, có khả năng giúp con người vượt qua những trải nghiệm đau thương. 76 người tham gia thử nghiệm đã có 3 buổi trị liệu có hướng dẫn kéo dài 8 giờ với thuốc hoặc giả dược, kết hợp với một loạt các phiên "chuẩn bị" và "hòa nhập" ngắn hơn với các nhà trị liệu trước và sau điều trị. Kết quả sau 2 tháng cho thấy, 67% người sử dụng thuốc MDMA không còn bị chẩn đoán rối loạn căng thẳng sau sang chấn tâm lý.

6 Kháng thể nhân tạo có khả năng chế ngự các bệnh truyền nhiễm

Các kháng thể đơn dòng ra đời trong phòng thí nghiệm đã tạo ra một cuộc cách mạng trong điều trị một số bệnh ung thư và bệnh tự miễn. Đặc biệt, trong năm 2021, các nhà nghiên cứu đã phát triển thành công liệu pháp điều trị SARS-CoV-2 và các mầm bệnh đe dọa tính mạng, bao gồm vi-rút hợp bào hô hấp (RSV), HIV và ký sinh trùng sốt rét bằng kháng thể đơn dòng.



Các kháng thể (màu xanh và đỏ) tấn công vi-rút SARS-CoV-2 (màu tím).

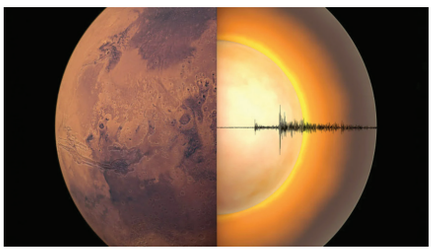
Để tạo ra kháng thể đơn dòng, các nhà khoa học đã phân lập những kháng thể mạnh nhất từ động vật thí nghiệm và con người để tái tạo với số lượng lớn. Là thành phần của thuốc, các kháng thể này chủ yếu được sử dụng để làm giảm những phản ứng miễn dịch hoặc đánh dấu các tế bào khối u để tiêu diệt. Với những tiến bộ trong nhân bản, mô hình động vật và tinh thể học tia X, hiện nay các nhà nghiên cứu có thể tạo và sàng lọc rất nhiều kháng thể đơn dòng.

Những người hồi phục sau khi mắc Covid-19 sẽ tạo ra kháng thể nhận diện và bất hoạt kháng nguyên của vi-rút nhằm ngăn cản sự xâm nhập của vi-rút. Dựa trên cơ sở đó, các nhà khoa học đã tạo ra các bản sao giống hệt với các kháng thể tự nhiên này trong môi trường thí nghiệm để truyền vào máu người

bệnh. Những bản sao này được gọi là kháng thể đơn dòng đặc hiệu nhắm vào vi-rút SARS-CoV-2, giúp ngăn chặn sự xâm nhập của vi-rút vào vật chủ. Hiện nay, có 2 liệu pháp điều trị Covid-19 bằng kháng thể đơn dòng được Cục Quản lý thực phẩm và dược phẩm Mỹ (FDA) cấp phép sử dụng khẩn cấp. Một là liệu pháp kết hợp 2 loại kháng thể đơn dòng casirivimab và imdevimab; hai là kháng thể đơn dòng sotrovimab.

7 NASA và sứ mệnh khám phá hành tinh đỏ

Năm 2021, tàu đổ bộ InSight của Cơ quan Hàng không vũ trụ Mỹ (NASA) đã thu hút được sự quan tâm của toàn thế giới với các phát hiện liên quan đến sao Hỏa.



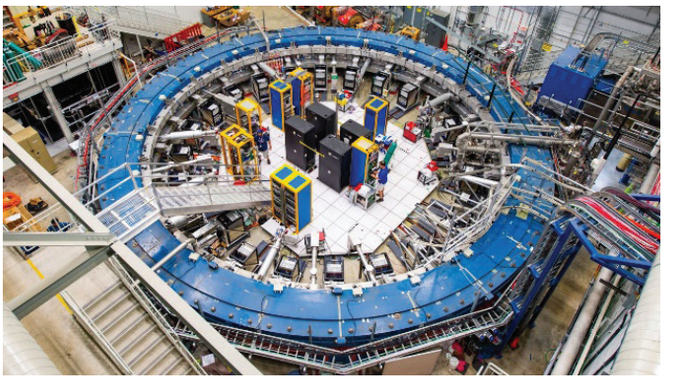
Sóng tại các điểm va chạm cho thấy hành tinh đỏ có lớp vỏ mỏng, lớp phủ nông và lõi chất lỏng lớn bất thường.

Tàu đổ bộ InSight của NASA đã ghi nhận các trận động đất trung bình, bao gồm một số trận bắt nguồn từ Cerberus Fossae, một khu vực cách sao Hỏa 1.600 km. Khi kết hợp với các ước tính về thành phần bên trong lõi, những số liệu này đã giúp các nhà khoa học lập biểu đồ về độ sâu của hành tinh đỏ. Sự phản xạ trong các đợt địa chấn của trận động đất cho thấy lớp vỏ sao Hỏa có nhiều lớp và dày chưa đến 40 km - mỏng hơn lớp vỏ lục địa của Trái đất. Lớp vỏ mỏng đó sẽ khiến sao Hỏa nhanh chóng thoát ra nhiệt lượng bên trong.

Tìm hiểu sâu hơn, các nhà khoa học nhận thấy lớp phủ sao Hỏa thiếu lớp cách nhiệt bên dưới, vốn được thấy ở Trái đất. Lớp phủ nông, nằm giữa lớp vỏ và lõi lỏng, lớn bất thường. Với khối lượng của hành tinh đỏ, các nhà khoa học kết luận rằng mật độ lõi thấp và hỗn hợp các nguyên tố nhẹ như lưu huỳnh có khả năng giữ sắt và niken ở dạng lỏng, bất chấp sự mất nhiệt nhanh chóng của hành tinh. Với các dữ liệu mới này, những bí ẩn về lịch sử của sao Hỏa cần được giải đáp trong những năm tới bao gồm: liệu hành tinh này đã từng có thứ gì đó giống như các mảng kiến tạo và khi lõi chất lỏng của nó ngừng khuấy động, sẽ đóng lại từ trường mà nó từng tạo ra?

8 Vết nứt trong mô hình chuẩn của hạt cơ bản?

Đó có thể là dấu hiệu tuyệt vọng của các nhà vật lý hạt khi mô hình lý thuyết tiêu chuẩn giải thích cho mọi loại hạt giờ đây không còn hoàn toàn chính xác.



Các hạt Muon xoay tròn như kim la bàn trong từ trường được lập bản đồ với độ chính xác 30 phần tỷ tại Phòng thí nghiệm Máy gia tốc quốc gia Fermi, Mỹ.

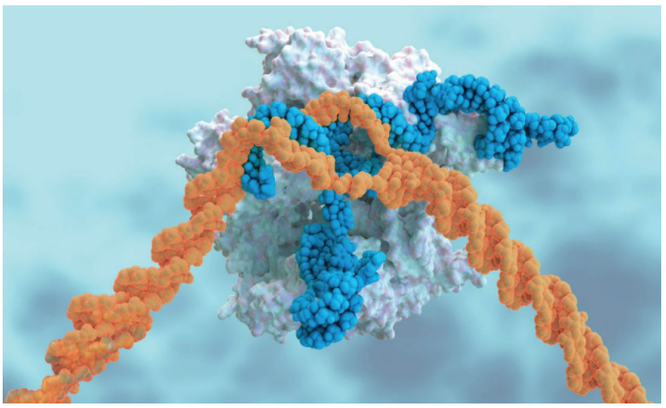
Từ tính của hạt Muon cung cấp cho các nhà khoa học cách gián tiếp để tìm kiếm các loại hạt bổ sung, chưa được khám phá. Vì các đặc điểm lượng tử không chắc chắn, không gian trống xung quanh loại hạt này cuộn với các cặp hạt - phản hạt xuất hiện và biến mất quá nhanh để có thể được quan sát trực tiếp. Những yếu tố trong mô hình tiêu chuẩn làm tăng từ tính của Muon lên một lượng chính xác. Các loại hạt mới có thể thay đổi tính toán đó theo những cách chưa từng được dự đoán.

Để đo từ tính của Muon, các nhà khoa học bắn một chùm tia Muon vào một từ trường, tại đó, chúng xoay như kim la bàn với tốc độ phụ thuộc vào từ tính của chúng. Các nhà vật lý đã thực hiện một thí nghiệm như vậy từ năm 1997 đến năm 2001 tại Phòng thí nghiệm Quốc gia Brookhaven, New York. Năm 2003, họ đưa nam châm rộng 15 mét của mình đến Phòng thí nghiệm Máy gia tốc Quốc gia Fermi, Mỹ để thu được chùm Muon tinh khiết hơn. Năm 2021, các nhà khoa học đã chứng minh các kết quả thu được không khớp với các dự đoán của mô hình tiêu chuẩn. Theo phép tính mà họ lập luận, các nghiên cứu trong năm nay sẽ làm tăng dự đoán của mô hình chuẩn về các hạt cơ bản.

9 CRISPR sửa chữa gen bên trong cơ thể

Trước đây, công cụ chỉnh sửa gen CRISPR đã có những thành công lâm sàng khi giúp chữa khỏi cho

những người mắc 2 chứng rối loạn máu di truyền là bệnh hồng cầu hình liềm và bệnh beta-thalassemia bằng cách loại bỏ các tế bào máu gốc bị lỗi khỏi bệnh nhân, chỉnh sửa và tái sử dụng chúng vào cơ thể. Năm 2021, nền khoa học thế giới đánh dấu bước tiến xa hơn khi triển khai kỹ thuật này trực tiếp trong cơ thể người bệnh. Một số kết quả nghiên cứu cho thấy, phương pháp này đã làm giảm một loại protein độc hại cho gan và cải thiện thị lực ở những người bị mù di truyền.



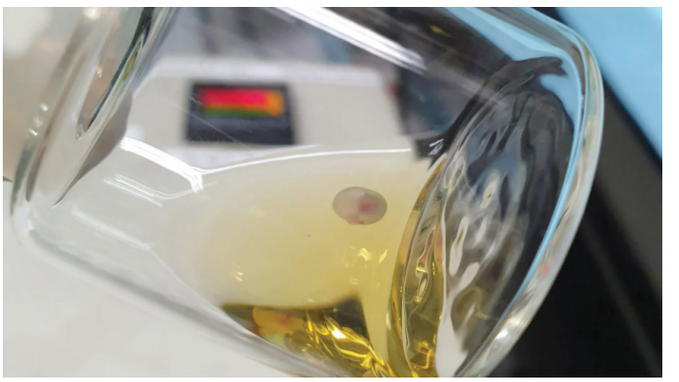
RNA dẫn đường (màu xanh lam) từ công nghệ CRISPR dẫn một enzyme cắt DNA đặc hiệu (màu trắng) đến mục tiêu (màu cam).

Các nhà nghiên cứu tại Công ty Editas Medicine, Mỹ đã tiêm một loại vi-rút vô hại mang DNA CRISPR vào mắt của 6 người trưởng thành mắc chứng rối loạn thị lực di truyền. Kết quả cho thấy, sau 3-6 tháng, hai bệnh nhân từ gần như mù hoàn toàn đã có thể cảm nhận được ánh sáng, một trong số họ có thể tránh được các vật cản trong điều kiện ánh sáng mờ.

Có thể nói rằng, kỹ thuật chỉnh sửa gen bằng CRISPR bên trong cơ thể người là kỹ thuật tiềm năng, tuy nhiên cần xác định chính xác các gen và chuyển chúng an toàn đến đúng tế bào với số lượng phù hợp.

10 Cơ hội phát triển từ phôi động vật

Nghiên cứu sâu hơn về giai đoạn phát triển sớm của phôi thai giúp các nhà khoa học hiểu được các trường hợp sảy thai và dị tật bẩm sinh, đồng thời cải thiện quy trình thụ tinh trong ống nghiệm (IVF). Nhưng những giới hạn về luật pháp, thực tế và đạo đức đã hạn chế các nghiên cứu với phôi người. Năm 2021, kết quả nghiên cứu của các nhà khoa học cho thấy, phôi chuột đã được nuôi bên ngoài cơ thể chuột mẹ lâu hơn nhiều so với trước đây và các bản sao phôi được tạo ra từ tế bào gốc của người hoặc tế bào trưởng thành được lập trình lại.



Phôi chuột phát triển trong lọ quay. Những phôi thai như vậy có thể giúp các nhà nghiên cứu hiểu rõ hơn về giai đoạn phát triển ban đầu của con người.

Trước đây, các nhà khoa học đã gặp nhiều khó khăn để có thể nuôi cấy phôi chuột bên ngoài cơ thể chuột mẹ lâu hơn 3 hoặc 4 ngày. Tuy nhiên đến năm 2021, một nhóm nghiên cứu đã báo cáo một phương pháp để kéo dài thời gian nuôi cấy đến 11 ngày. Họ đã quay các lọ chứa phôi trên một thiết bị giống như bánh xe Ferris thu nhỏ. Thiết bị này liên tục trộn lẫn nước dinh dưỡng để tắm cho phôi và đảm bảo nồng độ oxy, áp suất khí quyển là đồng nhất. Các phôi được nuôi cấy sẽ trải qua một giai đoạn quan trọng của quá trình tổ chức lại tế bào, phát triển các cơ quan và mọc ra các chân sau.

Trong khi đó, một nghiên cứu khác đã phát hiện ra rằng các tế bào da trải qua quá trình chuyển đổi sang tế bào iPS tạo ra các cấu trúc giống như phôi bào. Những phôi nang này không phải là phôi thật, nhưng một số trong số chúng có thể cung cấp một phương pháp thay thế mang tính hướng dẫn và ít gây tranh cãi hơn. Vào tháng 5/2021, Hiệp hội nghiên cứu quốc tế về tế bào gốc (ISSCR) đã nới lỏng lệnh cấm về việc nuôi cấy phôi người trong phòng thí nghiệm, theo đó, cho phép thực hiện các thí nghiệm nuôi cấy phôi kéo dài hơn 14 ngày. Đây được coi là quyết định mở đường cho các nghiên cứu giúp tháo gỡ các vấn đề từ sảy thai liên tiếp cho đến cải thiện thụ tinh trong ống nghiệm ✍

Bắc Lê (*lược dịch theo Science*)