

TRÒ KÉO CO TRONG TẾ BÀO

Quá trình vận chuyển trong các tế bào của cơ thể chúng ta cũng giống như quá trình vận chuyển hàng hóa trên các tuyến đường. Các động cơ phân tử, vốn là những phân tử protein đặc biệt, đóng vai trò như những chiếc xe tải chở hàng.

Quá trình vận chuyển trong các tế bào của cơ thể chúng ta cũng giống như quá trình vận chuyển hàng hóa trên các tuyến đường. Các động cơ phân tử, vốn là những phân tử protein đặc biệt, đóng vai trò như những chiếc xe tải chở hàng hóa. Chúng mang các gói tế bào trên lưng và đi theo các ống vi thể - con đường giao thông của tế bào. Tuy nhiên, những "tài xế" phân tử này nhỏ hơn đến một tỉ lần so với những chiếc xe tải, và chúng chỉ có thể chuyển động nhiều nhất là từ đầu này đến đầu kia của ống vi thể, tùy theo chúng là loại tế bào gì.

Các nhà khoa học thuộc viện Max Planck Institute of Colloids and Interfaces tại Potsdam (Đức) vừa mới khám phá ra một điều thú vị về quá trình vận chuyển này thông qua mô phỏng trên máy tính. Các động cơ phân tử phải vật lộn trên tuyến đường đông đúc không khác gì một khu vực tắc nghẽn người đi bộ chứ không phải trên đường cao tốc. Chúng cũng phải cạnh tranh với các phân tử muốn di chuyển theo hướng ngược lại.

Một số phân tử luôn luôn phải tham gia bất đắc dĩ vào trận kéo co giành giật món hàng, ví dụ như những phân tử loại kinesin và những phân tử loại dynein. Các động cơ kinesin chuyển động về phía cuối của ống vi thể mà các nhà sinh học gọi là cực dương, trong khi các động cơ dynein lại chuyển động về cực âm. Phát hiện của các nhà khoa học thuộc viện Max Planck đã chứng tỏ rằng nhóm động cơ mạnh hơn sẽ quyết định hướng đi của hàng vận chuyển. Trong cuộc chiến này, những động cơ đối nghịch sẽ rời khỏi ống vi thể. Trước đây người ta vẫn cho rằng có một hệ thống sắp xếp cho phép chỉ một nhóm động cơ hoạt động, và có sự luân phiên giữa nhóm này và nhóm kia.

Melanie Mueller – một trong các nhà khoa học tham gia vào dự án – cho biết: "Cuộc đôi co này là một cơ chế đơn giản nhất mà chúng ta có thể hình dung được. Nhưng bạn hãy xét đến đặc tính của từng động cơ riêng biệt được xác định qua thí nghiệm. Chúng tạo ra phản ứng mạnh không theo đường thẳng khi bị kéo". Một động cơ thuộc nhóm thất thế là đối tượng chịu lực mạnh và sẽ bị đẩy ra khỏi ống vi thể nhanh chóng.

Cuộc tranh giành của hai nhóm động cơ cấp phân tử: "Món hàng" màu xanh lục được hai nhóm động cơ phân tử vận chuyển dọc theo một ống vi thể màu vàng. Đội động cơ màu đỏ kéo món hàng sang bên phải theo cực dương, còn đội màu xanh lá cây lại kéo sang trái theo cực âm. Khi cả hai đội đều kéo, chúng triệt tiêu lực của nhau nên món hàng hầu như không chuyển động. Ngay khi một đội giành được ưu thế, nó sẽ chuyển động rất nhanh còn nhóm động cơ kia bị tách ra khỏi ống vi thể. (Ảnh: Melanie Mueller, MPI of Colloids and Interfaces)

Những động cơ còn lại thuộc nhóm này khi đó phải tiếp nhận lực của đội ưu thế nên cũng bị đẩy ra thậm chí với tốc độ nhanh hơn trước. Dưới tác động domino, những động cơ yếu hơn buộc phải chịu thua và sẽ bị đẩy ra khỏi ống vi thể dần dần cho đến khi không còn một động cơ nào còn sót lại. Thế là đội chiến thắng có thể vận chuyển món hàng nhanh chóng mà không bị cản trở. “Tuy nhiên, tế bào sẽ không bỏ mặc cho may rủi mà nó sẽ đảm bảo món hàng được chuyển đến đúng nơi cần thiết. Các protein điều hành sẽ phải can thiệp nếu cần”, Melanie Mueller cho biết.

Các nhà khoa học đã nghiên cứu quá trình vận chuyển các phân tử chất béo trong phôi của ruồi giấm để tìm hiểu liệu mô hình này có thể được áp dụng trong thực tiễn hay không. Quan sát thực nghiệm về cơ chế vận chuyển được tiến hành từ trước đã giải thích cho điều đó. Món hàng được chuyển trên ống vi thể không chuyển động trực tiếp từ đầu này đến đầu kia của ống. Nó luôn bị kéo theo hướng ngược lại. Tuy nhiên, những động cơ yếu hơn cũng thỉnh thoảng đẩy những động cơ ưu thế ra khỏi ống vi thể do đôi khi sức nóng đã thổi bay các động cơ ưu thế này. Do đó các phân tử hàng hóa được vận chuyển theo cả hai hướng.

Melanie Mueller giải thích: Quá trình vận chuyển hai chiều rất linh hoạt. Nó có thể đổi hướng nếu món hàng vượt qua điểm đến hoặc thay đổi tốc độ vận chuyển. Trong cơ chế lôi kéo này nhóm ưu thế sẽ kéo nhóm động cơ đối nghịch cũng như cả món hàng trong tế bào. Cơ chế đó cũng giải quyết một vấn đề hậu cần trong tế bào. Giúp đưa các động cơ về phía cuối của ống vi thể nơi chúng có thể vận động, giúp hạn chế sự ùn ứ các động cơ cùng loại tại đích đến.

Melanie Mueller cho biết: “Mặc dù cơ chế rất đơn giản, nhưng quá trình một phân tử được vận chuyển bởi hai nhóm động cơ lại cho thấy một hoạt động rất phức tạp”. Có tới 7 loại vận động khác nhau. Đó là sự kết hợp đa dạng của các chuyển động theo cực dương và cực âm của ống vi thể cộng với giai đoạn tạm ngừng mà tất cả đều có thể hướng đến phân tử được vận chuyển. Xác suất của chuyển động theo một chiều hướng cụ thể hay tạm dừng cũng như thời gian dành cho sự chuyển hướng đều phụ thuộc vào đặc tính và số lượng các động cơ tham gia. Các tế bào sử dụng chúng để điều hành quá trình vận chuyển. Nếu một nhóm động cơ kéo mạnh hơn hoặc nhanh hơn, món hàng vận chuyển sẽ di chuyển đến cực âm thay vì cực dương hoặc có thể sẽ dừng lại.

Theo Melanie Mueller, “cơ chế kéo co đơn giản nhưng hiệu quả của tế bào có thể được áp dụng trong những con chip”. Mô phỏng theo quá trình sinh học, các nhóm động cơ có thể vận chuyển các phân tử nhất định đến các địa điểm phản ứng cụ thể trên con chip đồng thời mang trở lại các sản phẩm phản ứng. “Lý thuyết định lượng của chúng tôi mang lại một cái nhìn lạc quan trong việc ứng dụng đặc điểm của động cơ vận chuyển cho mục đích này”.

Tham khảo: Cơ chế kéo tương tác hai chiều của các động cơ phân tử trong vận chuyển hàng hóa – Melanie J. I. Mueller, Stefan Klumpp và Reinhard Lipowsky, PNAS Early Edition, 17/03/08.