

## NGĂN CHẶN SỰ TẤN CÔNG CỦA HIV

Các nhà khoa học đã “giải thoát” cho một bệnh nhân duy nhất “ra khỏi” HIV bằng cách ngăn chặn không cho virut này tấn công vào các tế bào miễn dịch. Tuy không thể lặp lại cách điều trị này, song kết quả tốt đẹp trên đã khuyến khích các nhà khoa học tiếp tục tìm kiếm các giải pháp an toàn và ít tốn kém hơn trong tương lai nhằm cung cấp cho người bệnh một hệ thống miễn dịch mới kháng HIV. Các nghiên cứu liên quan cũng đã đưa ra một số kết quả mới quan trọng...

Cách đây khoảng 3 năm, một nhóm bác sỹ ở Berlin (Đức) đã công bố kết quả của một thí nghiệm duy nhất gây ngạc nhiên cho các nhà khoa học nghiên cứu về HIV. Các bác sỹ đã lấy tủy xương - nguồn tế bào miễn dịch của cơ thể - từ một người cho giấu tên có đặc tính di truyền giúp cơ thể người này kháng tự nhiên với HIV... Sau đó, họ tiến hành cấy ghép các tế bào này vào cơ thể một người đàn ông mắc bệnh bạch cầu bị dương tính với HIV đã trên 10 năm. Mặc dù điều trị bạch cầu bằng phương pháp cấy ghép tủy xương là hợp lý nhưng các nhà khoa học có thêm hy vọng rằng, việc cấy ghép này còn giúp cung cấp đủ các tế bào kháng thể HIV để kiểm chế sự lan truyền HIV trong cơ thể bệnh nhân. Kết quả thu được là, việc cấy ghép này không chỉ làm giảm số lượng virut HIV trong máu bệnh nhân mà còn tiêu diệt được tất cả các virut khác có trong cơ thể, thậm chí trong cả các mô ở trạng thái “ngủ”, và điều này là ngoài dự kiến của nhóm nghiên cứu. Kết quả thành công kỳ diệu đến mức, nhóm nghiên cứu đã phải đợi đến 2 năm sau mới cho công bố. Và 5 năm sau, khi được điều trị giai đoạn đầu, bệnh nhân (được đặt tên là Berlin) không có dấu hiệu nhiễm virut HIV - mặc dù suốt thời gian này không dùng

thuốc kháng HIV.

Tuy vậy, liệu pháp trên không thể được ứng dụng rộng rãi vì nhiều lý do mà trước hết là bởi hệ thống miễn dịch của bệnh nhân sẽ bị phá hủy đầu tiên. Đây cũng là một việc quá mạo hiểm. Nhưng thành công ngoài mong đợi này đã thôi thúc các nhà nghiên cứu trên khắp thế giới tiếp tục nghiên cứu để tìm ra các biện pháp an toàn và ít tốn kém hơn nhằm cung cấp cho người bệnh một hệ thống miễn dịch mới kháng HIV giống với hệ thống mà bệnh nhân Berlin nhận được và là một kỳ tích trong quá trình điều trị, cho phép có thể triệt đường lan truyền của HIV từ tế bào này sang tế bào khác trong cơ thể người bệnh. Cuối cùng, hệ thống miễn dịch cải tiến cũng dọn sạch bất kỳ virut HIV nào còn ẩn náu trong cơ thể.

Trên thực tế, một số nhà khoa học cho rằng, phải có các phương pháp để thực hiện hơn nhằm cung cấp cho người nhiễm virut HIV một hệ thống miễn dịch tương tự như trường hợp bệnh nhân Berlin, làm cơ sở cho việc điều trị bệnh thành công. Phương pháp này tỏ ra có triển vọng trong phòng thí nghiệm và các thử nghiệm lâm sàng đang được triển khai trên cơ thể một số bệnh nhân AIDS (Acquired immunodeficiency syndrome - hội chứng suy giảm miễn dịch).

### *Điều chỉnh chính xác hệ thống miễn dịch*

Ý tưởng kỹ xảo hóa hệ thống miễn dịch để phòng chống bệnh AIDS dựa vào 2 vấn đề có liên quan mà các nhà khoa học cần làm là: 1- Tìm cách tăng cường hệ thống miễn dịch chống HIV; 2- Tìm biện pháp ngăn cản HIV xâm nhập các tế bào CD4<sup>+</sup> (còn gọi là trợ bào T - herpes T cells). Các trợ bào T đặc biệt này đóng vai trò như những “tiền vệ” của sự đáp ứng miễn dịch nhờ điều phối sự tương tác giữa nhiều loại tế bào miễn dịch khác nhau. Một trợ bào T khi lần đầu tiên bị nhiễm, HIV chưa gây ra các hư hại rõ rệt, nhưng sau khi tế bào miễn dịch được hoạt hóa để chống lại sự nhiễm đang diễn ra, chúng đã giải phóng ra nhiều bản sao HIV khác nhau. Cuối cùng, virut HIV sẽ tiêu diệt hết các tế bào điều phối này, làm suy kiệt khả năng của hệ thống miễn dịch chống lại các sự nhiễm khác. Bằng cách này, virut HIV loại bỏ một cách chọn lọc các “cầu thủ” lão luyện của hệ thống miễn dịch, đồng thời làm yếu sức đề kháng của cơ thể chống lại sự nhiễm cho đến khi chuyển thành bệnh AIDS.

Bằng cách nào để tăng cường hệ thống miễn dịch bảo vệ các trợ bào T là vấn đề khó. Nhưng khi thông tin về bệnh nhân Berlin được công bố, các nhà khoa học

đã đạt được thành tựu trên cả 2 lĩnh vực: tăng cường hệ thống miễn dịch chống virus HIV và tìm các biện pháp ngăn cản HIV xâm nhập các tế bào T cho dù các phạm vi nghiên cứu là khác nhau. Trong một thời gian dài, các nhà khoa học thực hiện các nghiên cứu về bệnh ung thư và các bệnh lây nhiễm virus đã tìm nhiều cách khác nhau để tăng cường hệ thống miễn dịch, ví dụ, bằng cách thu các tế bào T từ một bệnh nhân rồi cho tiếp xúc với các chất kích thích các tế bào sinh sản và trở nên tích cực hơn nhằm chống lại ung thư hoặc các bệnh virus và sau khi các tế bào T được hoạt hóa mới được đưa trở lại cơ thể bệnh nhân. Hiện nay, một số nhà nghiên cứu áp dụng phương pháp nuôi cấy hệ tế bào T ở ngoài cơ thể. Các tế bào T (lấy từ cơ thể một người cho mẫu) đã được nuôi trong phòng thí nghiệm (bằng cách dùng một phức hợp các chất thông tin hóa học hoặc chiết rút từ máu của người cho mẫu) một loại tế bào khác gọi là tế bào - dendritic cell (tiếng Hy Lạp *dendron* có nghĩa là cây) thường chỉ dẫn cho các tế bào T trưởng thành và sinh sản mạnh mẽ.

Các nhà khoa học còn tạo ra các tế bào nhân tạo. Từ các hạt nhỏ hơn tế bào, họ gắn lên bề mặt của chúng 2 protein bắt chước các phân tử trên tế bào. Khi thử trộn với tế bào T trong phòng thí nghiệm, các hạt tỏ ra rất hiệu quả với "nhiệm vụ" được giao. Bằng cách bổ sung các hạt 2 tuần/lần, các nhà khoa học có thể dễ dàng giữ được sự tập trung của các tế bào hoạt động sinh sản trên 2 tháng và tăng số lượng lên đến hàng tỷ lần. Khi thử nghiệm phương pháp này với các mẫu máu lấy từ những người tình nguyện bị dương tính với HIV, các nhà khoa học đã ngạc nhiên khi phát hiện, các tế bào T được tạo ra có một

khả năng đặc biệt mặc dù tạm thời đảo lộn tiến trình của virus HIV. Kết quả trên được công bố vào tháng 6.1996 trong khi các tác giả còn chưa biết vì sao phương pháp hạt từ dùng nuôi cấy tế bào T lại có thể tăng cường tính kháng của chúng đối với sự nhiễm HIV nhưng sau đó, một manh mối quan trọng đã được hé mở, giúp giải thích điều bí ẩn trên.

### **Ô cửa dẫn đến sự lây nhiễm bệnh**

Cùng thời gian các nhà khoa học phát triển hệ thống nuôi cấy tế bào T, một số nhà nghiên cứu khác phát hiện một điểm yếu cơ bản trong cách thức tấn công của HIV. Ngay từ thời điểm đầu của đại dịch AIDS, các nhà nghiên cứu đã nhận thấy một số người kháng rõ rệt với sự nhiễm HIV mặc dù đã bị phơi nhiễm nhiều lần với virus. Cuối năm 1996, một số phòng thí nghiệm đã đồng thời công bố về một loại protein đặc biệt có tên gọi là CCR5 nằm trên bề mặt của các tế bào T và trên một số tế bào khác trong cơ thể, có tác dụng như một ô cửa cho phép virus HIV đi vào. Nhưng ở cơ thể một số người thiếu bẩm sinh loại protein này sẽ không bị nhiễm bệnh.

Sự thiếu ô cửa bắt nguồn từ việc loại bỏ 32 nucleotit trong gen đọc mã cho protein bề mặt tế bào dẫn đến một protein CCR5 ngắn, mất khả năng di chuyển đến bề mặt tế bào. Khoảng 1% người Capca đã di truyền 2 bản sao của gen khuyết này gọi là *CCR5-Delta32* giúp tế bào của họ kháng mạnh mẽ với sự nhiễm HIV. Các nhà nghiên cứu còn nhận thấy, các chất thông tin hóa học tự nhiên (gọi là beta-chemokine) có thể ngăn chặn một thụ thể CCR5 bình thường khiến cho thụ thể này không thể tiếp xúc với virus HIV và đây là cơ sở đưa ra nhiều loại thuốc chống HIV. Tuy

nhiên, điều khó khăn nhất ở đây là khó giữ được việc phủ đầy thuốc liên tục khiến cho HIV không còn chỗ để xâm nhập vào các tế bào mang thụ thể CCR5. Ngoài ra, HIV có thể đột biến để tránh sự kim hãm này và vì thế, các virus này vẫn có thể sử dụng ô cửa CCR5 để xâm nhập vào các tế bào T trong nhiều trường hợp.

Tuy nhiên, việc phát hiện vai trò của CCR5 trong nhiễm virus HIV đã giải thích được việc các tế bào T nuôi nhân tạo vì sao lại kháng chúng. Bằng cách nào đó, việc hoạt hóa các tế bào T bởi các hạt từ đã khiến cho tế bào ngừng tổng hợp các protein CCR5. Khi thiếu "ô cửa" này, HIV không thể xâm nhập vào các tế bào. Vậy vấn đề đặt ra là, liệu có thể sử dụng việc phát hiện CCR5 cùng với phương pháp nuôi tế bào T mới được tạo ra để đưa ra cách điều trị mới đối với HIV không? Ý tưởng này đã khuyến khích một số nhà khoa học tiến hành các thử nghiệm ở người nhằm xác định độ an toàn của các tế bào T đã được cải biến di truyền để tìm diệt các tế bào nhiễm HIV và các tế bào T cũng đã được phát triển nhờ kỹ thuật hạt từ. Các tế bào tỏ ra khá an toàn và sống sót nhiều năm sau khi tiêm truyền, tuy nhiên, sự cải biến di truyền có hiệu quả không cao đối với sự sao chép của HIV ở các bệnh nhân.

### **Kỹ xảo hóa tế bào kháng HIV**

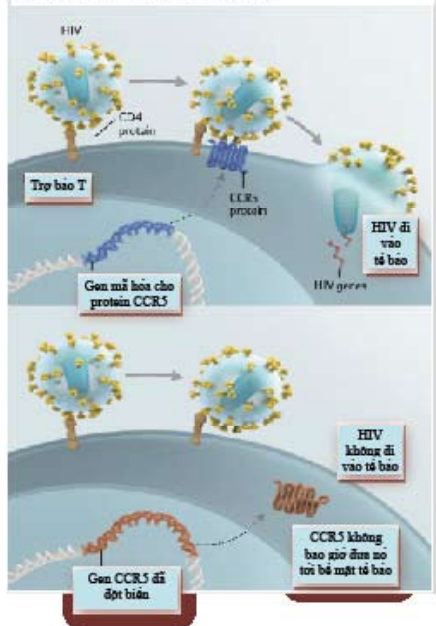
Năm 2004, một số nhà khoa học đã phát triển kỹ thuật cắt ADN của các gen ở những vị trí được chọn lọc cẩn thận. Về cơ bản, phương pháp này khác và có hiệu lực vượt xa các phương pháp trước đó vì có thể nhắm vào một thứ tự gen đặc biệt để thực hiện việc cắt bỏ. Kỹ thuật cắt ADN lại phụ thuộc vào 2 loại protein dùng để cắt bỏ một đoạn gen ngay tại chỗ. Loại thứ nhất là các protein zinc

finger liên kết với ADN trong quá trình phiên âm ADN thành ARN cần cho việc tổng hợp một protein (cơ thể người chứa khoảng 2.500 protein zinc finger khác nhau, mỗi protein gắn với một thứ tự nucleotit đặc biệt trên phân tử ADN). Qua nhiều năm, các nhà khoa học đã tìm cách tạo ra các protein zinc finger có khả năng gắn vào một thứ tự ADN mong muốn, chẳng hạn một đoạn của gen CCR5. Sau đó, người ta thêm vào một protein thứ 2 chính là một enzyme nucleaza có khả năng cắt đôi các sợi ADN. Phần zinc finger của phức hợp này sẽ nhận ra các đoạn ADN cần cắt và nucleaza sẽ thực hiện việc cắt ADN. Bằng cách phát triển các cặp zinc finger mong muốn, các nhà khoa học đã có thể nhắm vào đoạn đặc biệt của gen CCR5 quan tâm mà không gây hư hại các gen khác. Và khi các nucleaza zinc finger đã liên kết vào ADN mong muốn, bộ máy sửa chữa của tế bào sẽ nhận ra chỗ vỡ và nối lại những mảnh ADN bị chia cắt, tách ra hoặc thêm vào một số nucleotit. Do đó, chính quá trình sửa chữa sẽ giúp bảo đảm tiếp rằng gen bị cắt sẽ không có khả năng tổng hợp một bản sao hoạt động của protein CCR5. Ưu thế của cách làm này là protein chỉ cần đưa vào tế bào trong một thời gian ngắn đã thực hiện được các yêu cầu đặt ra cũng như không để lại dấu vết nào trong tế bào.

### Các thử nghiệm lâm sàng đang được tiến hành

Khi các thông tin về bệnh nhân Berlin được công bố, một số nhà khoa học đã phát triển một bộ các nucleaza zinc finger nhằm vào một điểm gắn thứ tự mấu chốt 32 nucleotit của gen CCR5. Việc vô hiệu hóa CCR5 sẽ tạo ra một protein bất hoạt. Thật khôi hài là bản thân việc nhiễm HIV có thể lại giúp cho quá trình tái định hình hệ

Hình 1: HIV phá hủy hệ thống miễn dịch bằng cách nhắm vào các tế bào quan trọng gọi là các tế bào T. Vào năm 1990, các nhà sinh học nhận thấy HIV đi vào các tế bào này bằng cách gắn vào một protein trên bề mặt của tế bào gọi là CCR5. Các nhà nghiên cứu hy vọng rằng việc vô hiệu hóa gen CCR5 (phía dưới hình) ở những người mắc HIV- dương tính có thể cho phép họ kiểm soát tốt hơn và thậm chí có thể làm sạch nhiễm trùng



thống miễn dịch để trở nên kháng hơn với virus. Các nhà nghiên cứu nhận thấy, ngay khi các trợ bào T có gen CCR5 đã bị vô hiệu hóa bởi các nucleaza zinc finger ban đầu có mặt ở tần độ thấp trong môi trường nuôi cấy nhưng các tế bào bị thay đổi có khả năng bổ sung và làm ổn định quần thể trợ bào T sau khi tiếp xúc với HIV, trái lại, các trợ bào T không bị cắt xén, vẫn còn chứa các thụ thể CCR5 sẽ bị hủy hoại bởi HIV. Nói cách khác, HIV giết chết các trợ bào T để bị tổn thương mà để lại ngày càng nhiều các trợ bào T kháng với HIV và như vậy, có thể đảm nhiệm công việc như các trợ bào miễn dịch bảo vệ khỏi bị nhiễm.

Các kết quả sơ bộ trong thử nghiệm độ an toàn ở người đang được quan tâm. Mùa hè 2009, bệnh nhân đầu tiên ở Philadelphia đã được truyền CCR5 - trợ bào T

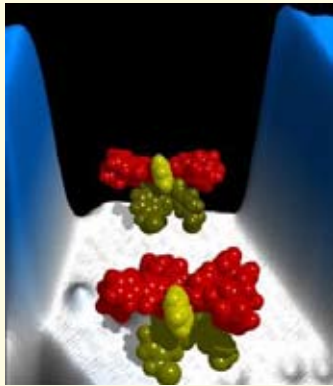
cải biến, sau đó thực hiện tiếp trên 11 người dương tính với HIV tự nguyện cũng được điều trị. Mặc dù những nghiên cứu về độ an toàn, thực ra, không nhằm chứng minh xem việc điều trị có hiệu quả hay không nhưng các nhà khoa học nhận thấy số lượng các trợ bào T đo trong các thử nghiệm máu đang tiến hành tăng lên liên tục ở tất cả các bệnh nhân. Ngoài ra, các trợ bào T thiếu thụ thể CCR5 cũng đã được phát hiện trong mô bạch huyết của ruột và trong máu (các tế bào này có thể bắt nguồn chỉ từ các tế bào cấy dưới da được cải biến bởi các nucleaza zinc finger).

Bước tiếp theo là thử nghiệm khả năng của các tế bào miễn dịch mới bị thay đổi đẩy lui virus HIV đã có mặt trong cơ thể. Dưới sự kiểm tra chặt chẽ của bác sỹ, người ta đã cho ngừng dùng thuốc kháng HIV đối với các bệnh nhân tình nguyện để xem điều gì sẽ xảy ra. Khi thực hiện công việc này trong 12 tuần với một bệnh nhân có gen CCR5-Delta 32 đơn độc, các bác sỹ đã không phát hiện thấy virus trong máu hoặc mô bạch huyết của bệnh nhân vào lúc kết thúc ngừng 3 tháng không dùng thuốc kháng virus. Các bệnh nhân được điều trị gần đây là ở giữa chế độ sau tiêm truyền và tiếp theo với việc kết thúc khám bệnh vào năm sau. Những thử nghiệm lâm sàng bổ sung để kiểm tra hiệu quả của kỹ thuật mới này đang được dự kiến. Nếu thành công, phương pháp nucleaza zinc finger sẽ mang lại nhiều hứa hẹn bởi ít tốn kém hơn nhiều so với cấy ghép tủy xương - CCR5 hiếm gặp hoặc điều trị suốt đời bằng thuốc kháng HIV ■

**Nguyễn Đình Quyền (tổng hợp)**

## KIỂM SOÁT CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ PHÂN TỬ

Mới đây, một nhóm nhà nghiên cứu quốc tế từ các trường đại học của Mỹ, Pháp, Singapore đã lần đầu tiên tạo ra một động cơ phân tử độc lập với nhiều bộ phận. Họ kiểm soát chuyển động của động cơ phân tử bằng năng lượng được tạo ra bởi những điện tử từ đầu của kính hiển vi quét chui hầm (scanning tunneling microscope - STM). Thiết bị này chỉ dài 2 nanomet và cao 1 nanomet, được làm từ bề mặt tinh thể vàng.



Đây là bước quan trọng để tạo ra các thiết bị ở phạm vi nano, các máy móc lượng tử hoạt động trên những quy luật vật lý khác nhau, khác với những máy móc truyền thống hiện nay. Các nhà khoa học cũng hình dung là những thiết bị này sẽ được dùng cho nhiều lĩnh vực, từ cung cấp năng lượng cho máy tính lượng tử đến máy quét máu đông trong động mạch.

(Phys.org, 10.1.2013)

## NASA NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ TÊN LỬA HẠT NHÂN

Các nhà nghiên cứu động cơ đẩy tiên tiến của NASA đã tiến gần hơn đến việc giải quyết thách thức trong việc gửi đi an toàn những nhà thám hiểm không gian đến sao Hỏa và những điểm đến khác trong hệ mặt trời. Họ đã có khả năng sử dụng vật liệu phi hạt nhân để mô phỏng nhiên liệu tên lửa nhiệt hạt nhân bằng NTREES (Nuclear Thermal Rocket Element Environmental Simulator - Mô phỏng môi trường cơ sở tên lửa nhiệt hạt nhân).

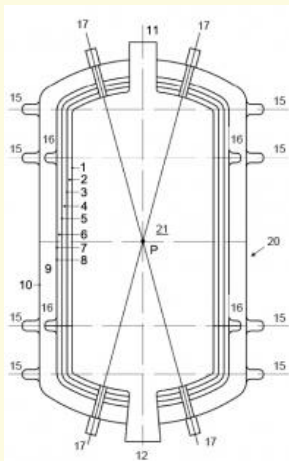


Nhóm đã dành 3 năm cho một dự án giải quyết việc diễn giải khả năng thành công của công nghệ đẩy hạt nhân. Động cơ tên lửa hạt nhân sử dụng lò phản ứng hạt nhân để làm nóng hydro đến một nhiệt độ rất cao và nó sẽ được đẩy ra qua miệng phun của tên lửa, tạo lực đẩy cho tên lửa tiến lên phía trước. Động cơ tên lửa hạt nhân tạo ra lực đẩy cao hơn hai lần so với tên lửa đẩy dùng động cơ hoá học như hiện nay.

(sciencedaily.com, 10.1.2013)

## THIẾT KẾ Lò PHẢN ỨNG HẠT NHÂN MỚI SẠCH HƠN

Một nhà nghiên cứu thuộc Đại học UPM (Tây Ban Nha) đã được cấp bằng sáng chế cho thiết kế lò phản ứng hạt nhân mới của mình. Loại lò này được dùng để phát điện và cũng có thể sử dụng để đẩy tàu thủy. Bản thiết kế là một lò phản ứng tổng hợp hạt nhân (phản ứng nhiệt hạch), được môi đốt cháy bằng laze, công suất 1.000 MWe, sử dụng nhiên liệu đồng vị hydrogen, có thể được chiết xuất từ nước giúp tiết kiệm năng lượng khi tạo ra



nhiên liệu cho lò.

Công nghệ này được xem như một giải pháp thay thế hiệu quả cho công nghệ hạt nhân phân hạch do ưu điểm vượt trội về an toàn và tài chính, đặc biệt là sau sự cố từ các lò phản ứng hạt nhân phân hạch tại Nhật Bản vừa qua.

(Phys.org, 14.1.2013)

## GIẢI THƯỞNG 800.000 USD CHO VIỆC NÂNG CAO CÁCH DÙNG PHỔ SÓNG RADIO ĐÃ CÓ CHỦ

**G**iao thức truyền thông qua sóng radio như hình thức của đài radio cảnh sát hay trạm phát sóng taxi, thường được gọi là radio nhận thức, công nghệ truyền thông này có thể trở thành nền tảng của thế hệ tiếp theo của mạng truyền thông không dây. Tuy nhiên một trong những trở ngại của việc áp dụng công nghệ này là sự đồng đúc của khoảng không tần số của những mạng không dây.



Một nhóm các nhà nghiên cứu thuộc Đại học Công nghệ Virginia (Mỹ) đã giành được giải thưởng 800.000

USD cho việc đề xuất một số giải pháp mới lạ trong việc chia sẻ sử dụng phổ sóng có thể tránh được sự giao thoa gây nhiễu sóng như hiện nay. Radio nhận thức được đánh giá là rất có giá trị vì nó sẽ định hình môi trường và nhu cầu của người sử dụng. Mặc dù được phát triển qua hàng thập kỷ, nhưng công nghệ này vẫn đối diện với nhiều thách thức. Nghiên cứu này đã được Quỹ khoa học quốc gia Mỹ và Văn phòng nghiên cứu Hải quân Mỹ tài trợ.

(Phys.org, 15.1.2013)

## CÔNG NGHỆ TẠO HÌNH ẢNH MỚI

**T**hời kỳ đi máy bay, hành khách phải đứng yên, tay giơ lên cho nhân viên an ninh sử dụng máy quét hình ảnh kiểm tra sẽ trở thành quá khứ. Công nghệ dò tìm và tạo hình ảnh mới sẽ giúp làm việc này nhanh chóng và không tốn kém. Công nghệ mới này vừa được nhóm nghiên cứu thuộc Đại học Rice (Houston, Mỹ) công bố trên Tạp chí Science số 1.2013. Họ đã sử dụng một dải đồng mỏng có vai trò như là một lỗ mở của ống kính máy ảnh để thu thập dữ liệu từ một dải sóng ánh sáng có tần số cực ngắn, sau đó thuật toán sẽ chuyển đổi các dữ liệu thành hình ảnh vật thể chỉ trong thời gian ít hơn 1 giây. Chỉ cần gửi đi các sóng cực ngắn có tần số khác nhau, cảm biến sẽ ghi nhận một số sóng phản hồi trở lại từ vật thể, tín hiệu phản hồi sẽ được máy tính xử lý bằng các thuật toán phức tạp để tái tạo hình ảnh vật thể, nhờ đó nhân viên an ninh có thể nhìn xuyên thấu quần áo, vật dụng... mà không cần các thiết bị công kênh, phức tạp như hiện nay.



(Science, 17.1.2013)

## CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CẢM BIẾN NHẠY HƠN

**G**raphen và những vật liệu liên quan đem lại một tương lai đầy hứa hẹn của cảm biến điện hóa. Cảm biến đo lường sự tập trung của các chất như oxy, khí độc..., nhưng với những ứng dụng yêu cầu độ nhạy cao thì cần phải có những cảm biến có khả năng dò tìm các chất ở nồng độ rất thấp.

Nhóm nghiên cứu thuộc Đại học Northwestern (Thụy Sĩ) và các cộng sự Ấn Độ gần đây đã phát triển một phương pháp mới phóng đại tín hiệu trong chất oxit graphen nhờ cảm biến điện hóa thông qua quá trình: từ - điện hóa miễn dịch "magneto-electrochemical immunoassay". Màng graphen dựa trên nanocomposite được sử dụng như là nền tảng cảm biến

hiệu quả cho việc phát triển cảm biến điện hóa và cảm biến sinh học do những đặc tính thay đổi bề mặt dễ dàng, độc đáo và khả năng chịu độ biến động cao.

(Sciencedaily.com, 17.1.2013)