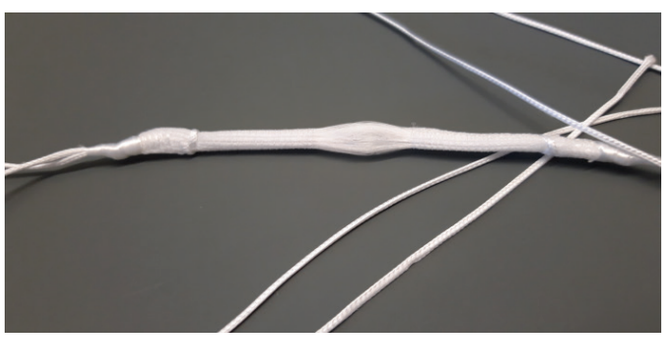
Phát triển thành công dây chằng nhân tạo phân hủy sinh học

TS Nguyễn Ngọc Tuân

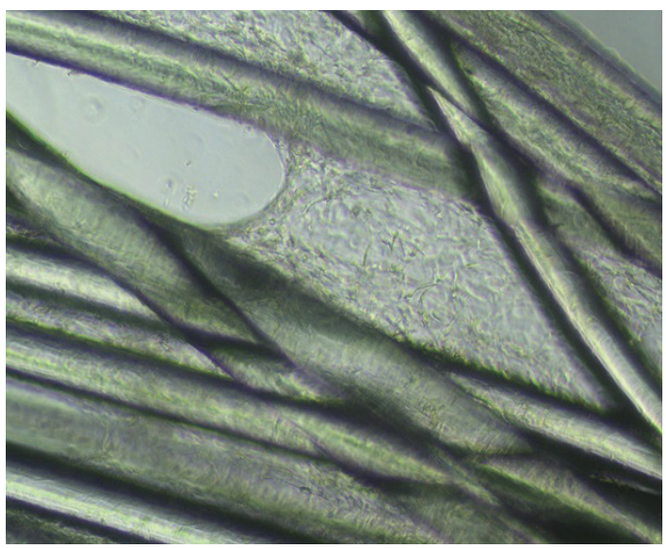
Đại học Ecole Normale Superieure, Cộng hòa Pháp

Chấn thương dây chằng, đặc biệt ở đầu gối, là một vấn đề sức khỏe nghiêm trọng, ảnh hưởng đến hàng triệu người trẻ trên toàn thế giới. Theo thống kê, cứ 100.000 người trong độ tuổi từ 16 đến 39, có tới 85 người dễ mắc phải loại chấn thương này. Các vận động viên, người lao động nặng và những người vận động sai cách là những đối tượng có nguy cơ cao. Mới đây, TS Nguyễn Ngọc Tuân tại Đại học Ecole Normale Superieure và cộng sự tại Đại học Sorbonne Paris Nord, Cộng hòa Pháp đã nghiên cứu và phát triển thành công dây chằng nhân tạo phân hủy sinh học từ sợi polycaprolactone, mở ra hướng điều trị mới hiệu quả hơn cho hàng triệu bệnh nhân bị tổn thương dây chằng.

Dây chằng nhân tạo phân hủy sinh học được phát triển từ sợi polymer sinh học (polycaprolactone và trước đây là polyethylene terephthalate) đã biến đổi, có thể thúc đẩy quá trình tái tạo của mô dây chằng đã đứt. Dây chằng này được dùng để ghép thay thế tạm thời dây chằng bị tổn thương, nhằm giữ cố định khớp gối và trở thành khung vật liệu để thúc đẩy sự tái tạo tế bào mô thành dây chằng mới. Bề mặt của các sợi polymer này được chức năng hóa bởi các nhóm phân tử có hoạt tính sinh học, cho phép chúng tăng cường sự bám dính của tế bào. Khi đó, các tế bào sợi (fibroblast) sẽ bám dính trên bề mặt khung sợi và phát triển thành mô dây chằng mới. Đồng thời, các sợi polymer sẽ phân hủy chậm trong cơ thể mà không gây độc tế bào, cho đến khi dây chằng mới được tái tạo, thay thế dây chằng nhân tạo mà không cần đến phẫu thuật loại bỏ.

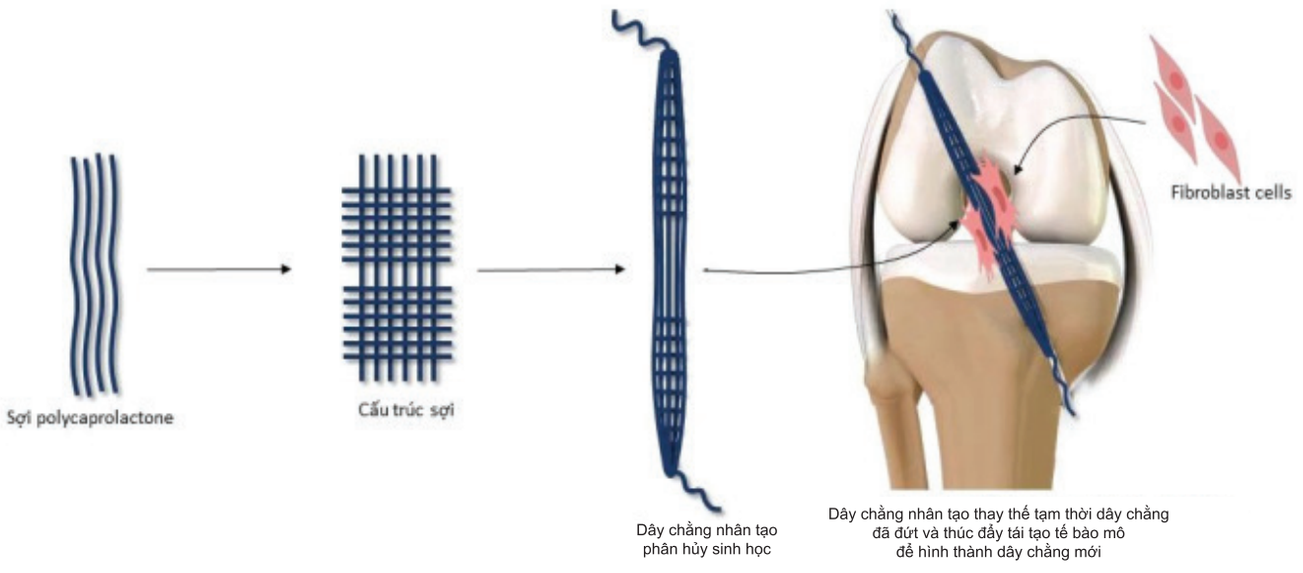


Hình ảnh dây chằng nhân tạo phân hủy sinh học được phát triển từ sợi polymer sinh học.



Bó sợi polymer sinh học của dây chằng nhân tạo được thử nghiệm hoạt tính sinh học trên tế bào mô sợi trong ống nghiệm.

Nhóm nghiên cứu đã thực hiện phủ bề mặt bằng phương pháp ghép phân tử theo cơ chế trùng hợp gốc tự do (Atom transfer radical polymerization), tiếp cận theo hướng từ dưới lên (Bottom-up) và sử dụng các phân tích hóa lý, cơ học và nuôi cấy tế bào *in vitro* để đánh giá tính chất lý hóa và khả năng sinh học của bề mặt vật liệu với các tế bào sợi. Một trong những phương pháp xử lý bề mặt để ghép các phân tử chức năng mà nhóm nghiên cứu tập trung là hoạt hóa bề mặt bằng ozone. Phương pháp này có ưu điểm về khả năng xử lý đồng đều bề mặt của các đối tượng có cấu trúc không gian phức tạp, với phạm vi ứng dụng rộng rãi từ polymer cho đến kim loại.



Hình ảnh mô phỏng dây chằng nhân tạo.

Việc phát triển dây chằng nhân tạo đặt ra những yêu cầu vô cùng khắt khe về tính tương thích sinh học. Vật liệu không chỉ cần phù hợp với cơ thể, mà còn phải tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của tế bào mô mới. Đối với dây chằng nhân tạo, việc đáp ứng các yêu cầu về tính cơ học là vô cùng quan trọng. Sợi polymer sinh học phải đủ bền để chịu được lực kéo, xoắn và trọng lượng cơ thể tác động lên khớp gối trong quá trình vận động. Đồng thời, bề mặt vật liệu cần được thiết kế để tăng cường khả năng bám dính và kích thích sự phát triển của tế bào sợi thành mô dây chằng mới. Cụ thể, các phân tử hoạt tính sinh học được sử dụng trong nghiên cứu là poly(styrene sulfonate). Các phân tử này tương tác tốt với các protein chức năng trong ma trận ngoại bào như fibronectin và vitronectin, đóng vai trò quan trọng trong tương tác giữa tế bào và tế bào, tế bào và ma trận ngoại bào, giúp tăng cường sự bám dính và phát triển của tế bào trên bề mặt sợi polymer.

Với những ưu thế về vật liệu, phương pháp này có thể thúc đẩy sự hồi phục chấn thương nhanh hơn, ít rủi ro, hiệu quả và ít tốn kém hơn so với các phương pháp phẫu thuật nối ghép mô truyền thống, vốn là những phương pháp dễ gây viêm nhiễm, lây truyền bệnh và chi phí cao. Đây là giải pháp hữu ích cho bệnh nhân gặp chấn thương liên quan tới đầu gối, thường gặp ở người chơi thể thao, đặc biệt là với các cầu thủ bóng đá, người lao động nặng. Hiện tại, công nghệ chế tạo dây chằng sinh học của nhóm nghiên cứu đã được 2 công ty của Pháp là Texinov và Movmedix đưa vào sản xuất và thử nghiệm lâm sàng (sau khi vượt qua các tiêu chuẩn kiểm định khắt khe của Cục Quản lý Thực phẩm và Dược phẩm Hoa Kỳ, cũng như các tiêu chuẩn liên quan của châu Âu).

Trong thời gian tới, nhóm nghiên cứu sẽ tiếp tục phối hợp với Đại học Công nghệ Compiègne (Cộng hòa Pháp) và Đại học Saarland (Cộng hòa Liên bang Đức) trong phát triển hướng nghiên cứu về liệu pháp gen (gene therapy) sử dụng scaffold cho tái tạo mô xương, sụn và dây chằng. Đồng thời tiếp tục đẩy mạnh khám phá và ứng dụng các vật liệu sinh học mới, nhằm nâng cao sự hiểu biết về tương tác giữa vật liệu và tế bào. Mục tiêu của nhóm là tạo ra các giải pháp toàn diện cho việc tái tạo không chỉ dây chằng, mà còn cả các mô xương và sụn khớp, giúp bệnh nhân phục hồi chức năng một cách nhanh chóng, hiệu quả. Bên cạnh đó, nhóm cũng sẽ tích cực tham gia đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao, góp phần xây dựng một cộng đồng nghiên cứu mạnh trong lĩnh vực kỹ thuật mô tại Việt Nam ✍