

Cách thức hoạt động và phục hồi của dây thần kinh

Trang này được dịch bằng máy và chưa được bác sĩ kiểm tra. **Bản tiếng Anh** là bản chính thức.

Dây thần kinh là hệ thống dây dẫn của cơ thể. Chúng truyền các tín hiệu điện nhỏ giữa não và phần còn lại của cơ thể, ra lệnh cho cơ bắp co giãn và mang về những cảm giác mà bạn trải nghiệm: xúc giác, nhiệt độ, vị trí và đau đớn. Khi một dây thần kinh bị kích thích, chèn ép hoặc đứt, các tín hiệu này sẽ bị gián đoạn, và bạn sẽ nhận thấy điều đó qua cảm giác kim châm, tê bì, yếu cơ hoặc đau. Tin tốt là dây thần kinh có thể hồi phục. Chúng lành thương chậm và theo một quy trình khá dễ dự đoán, và việc hiểu rõ quy trình đó giúp giảm bớt lo lắng trong thời gian chờ đợi. Trang này giải thích, bằng ngôn ngữ đơn giản, chức năng của dây thần kinh và cách chúng tự chữa lành; và dành cho những ai tò mò, phần cuối cùng sẽ đi sâu hơn vào khía cạnh sinh học.

Dây thần kinh là gì và chức năng của nó

Hãy tưởng tượng một dây thần kinh như một bó các dây cáp được cách điện. Mỗi “dây cáp” là một sợi thần kinh đơn lẻ, và một dây thần kinh hoàn chỉnh (như dây thần kinh giữa ở cổ tay của bạn) chứa hàng nghìn sợi được bó lại với nhau, được bao bọc bởi các lớp màng bảo vệ tương tự như các lớp của một bó cáp.

Các tín hiệu di chuyển theo hai chiều, do đó dây thần kinh thực hiện ba chức năng chính:

- **Vận động:** tín hiệu di chuyển *ra ngoài* từ não và tủy sống đến các cơ của bạn, báo cho chúng biết khi nào và co lại mạnh như thế nào. Đây là cách bạn nắm, bẻ và di chuyển.
- **Cảm giác:** tín hiệu di chuyển *vào trong* từ da, khớp và gân, mang theo cảm giác chạm, rung động, nhiệt độ, đau đớn và cảm giác về vị trí của chi bạn trong không gian.
- **Tự động:** các tín hiệu nên tự động mà bạn không bao giờ để ý, kiểm soát các hoạt động như đổ mồ hôi và độ rộng của các mạch máu nhỏ (đó là lý do tại sao một vùng da bị tổn thương có thể cảm thấy khô hoặc thay đổi nhiệt độ).

Mỗi sợi thần kinh có một lõi sống (gọi là **sợi trục**) dẫn truyền tín hiệu, và nhiều sợi được bao bọc bởi một lớp **cách điện** dạng mỡ gọi là myelin. Tương tự như lớp vỏ nhựa bên ngoài một sợi dây điện, lớp cách điện này ngăn tín hiệu bị rò rỉ và cho phép nó di chuyển nhanh hơn nhiều.

Điều gì xảy ra khi một dây thần kinh bị tổn thương

Dây thần kinh gặp vấn đề theo hai cách chính, và các triệu chứng cho biết đó là loại nào.

Dây thần kinh bị chèn ép hoặc đè nén. Khi một dây thần kinh bị chèn ép (ví dụ như dây thần kinh giữa trong hội chứng ống cổ tay, hoặc dây thần kinh ở khuỷu tay) thì lớp cách điện và nguồn cung cấp máu cho đoạn dây đó bị ảnh hưởng trước tiên. Các tín hiệu thần kinh bị chậm lại hoặc bị chặn khi đi qua điểm bị chèn ép. Bạn cảm thấy điều này như kiến bò, tê bì và vụng về, thường nặng hơn vào ban đêm hoặc ở một số tư thế nhất định, và các cơ do dây thần kinh đó chi phối có thể suy yếu theo thời gian. Vì bản thân dây thần kinh thường vẫn nguyên vẹn, việc giảm bớt áp lực thường cho phép phục hồi tốt.

Dây thần kinh bị đứt hoặc xé. Một vết rách, vết cắt sâu hoặc một sự kéo căng nghiêm trọng có thể làm đứt các sợi thần kinh. Khi đó, sự kết nối bị phá vỡ về mặt vật lý: phần dây thần kinh nằm xa hơn vị trí tổn thương bị cắt đứt khỏi não và tủy sống, do đó bạn mất cảm giác và vận động ở tất cả những vùng mà dây thần kinh đó chi phối. Một dây thần kinh bị đứt gọn thường cần được sửa chữa bằng phẫu thuật, khâu nối lại để các sợi thần kinh có đường đi để mọc trở lại.

Lý do các triệu chứng xuất hiện là rất đơn giản: một tín hiệu không thể truyền qua là một tín hiệu không đến được đích. Chặn các sợi vận động thì cơ sẽ suy yếu; chặn các sợi cảm giác thì da sẽ tê hoặc kiến bò; kích thích các sợi thần kinh thì bạn sẽ bị đau.

Cách dây thần kinh hồi phục

Quá trình hồi phục dây thần kinh thực sự diễn ra chậm, và việc biết trước điều này sẽ giúp bạn không cảm thấy tốc độ phục hồi là một sự thất bại.

Khi các sợi thần kinh bị tổn thương, chúng sẽ tái sinh từ vị trí tổn thương **ra phía ngoài, hướng về da và cơ, với tốc độ khoảng một milimét mỗi ngày, tương đương một inch mỗi tháng**. Quy tắc ước lượng này giải thích rất nhiều điều:

- **Mục tiêu càng xa thì thời gian chờ đợi càng lâu.** Một dây thần kinh bị tổn thương ở vị trí cao (ví dụ gần khuỷu tay) phải tái sinh một đoạn dài xuống để đến đầu ngón tay, điều này có thể mất nhiều tháng. Một vết cắt nhỏ gần đầu ngón tay sẽ hồi phục nhanh hơn nhiều.
- **Cảm giác thường trở lại trước sức mạnh tinh tế.** Khi các sợi thần kinh tiếp cận da, bạn có thể đầu tiên nhận thấy sự nhận thức mơ hồ, sau đó là cảm giác kiến bò (thường là cảm giác rung hoặc điện khi vùng đó được gõ nhẹ, một dấu hiệu *tốt* cho thấy các sợi thần kinh đang tiến triển), sau đó là cảm giác thô sơ, và cuối cùng là khả năng phân biệt tinh tế. Sức mạnh và sự phối hợp tinh tế thường xuất hiện sau cùng.
- **Việc sửa chữa sớm và chính xác rất quan trọng.** Một dây thần kinh bị đứt sẽ phục hồi tốt nhất khi được sửa chữa kịp thời và chính xác, vì các tế bào hỗ trợ của cơ thể hướng dẫn quá trình tái sinh hoạt động hiệu quả nhất trong vài tháng ngay sau khi tổn thương và mất đi một phần tác dụng theo thời gian.

Những yếu tố hỗ trợ quá trình hồi phục: duy trì khớp linh hoạt và cơ bắp khỏe mạnh thông qua các bài tập trị liệu tay được chỉ định, bảo vệ vùng da mất cảm giác khỏi bị bỏng và cắt (vì vùng này sẽ không cảnh báo bạn về nguy hiểm), không hút thuốc, và kiên nhẫn. Việc đào tạo lại não bộ để giải mã các tín hiệu đang trở lại, thông qua các bài tập cảm giác có hướng dẫn, cũng là một phần quan trọng để đạt được kết quả tốt. Nếu một dây thần kinh đáng lẽ phải cải thiện theo tiến độ nhưng không như vậy, thì việc xem xét lại là cần thiết, vì một số tổn thương cần phẫu thuật để tạo cơ hội phục hồi tốt nhất.

Tìm hiểu sâu hơn

Phần này đi sâu hơn vào giải thích ở mức độ sinh học dành cho sinh viên về cơ chế đằng sau những nội dung đã nêu ở trên. Bạn không cần phần này để hiểu về tình trạng của mình, nhưng nếu bạn tò mò về *cách* mà hệ thống dây thần kinh thực sự hoạt động, hãy tiếp tục đọc.

TẾ BÀO THẦN KINH VÀ MÀNG CỦA NÓ

Giống như phần còn lại của cơ thể bạn, một dây thần kinh được cấu tạo từ các tế bào, cụ thể là các nơ-ron. Một nơ-ron có **thân tế bào** (nơi chứa nhân, trung tâm điều khiển của tế bào), các nhánh tiếp nhận ngắn gọi là **dendrite**, và một **sợi trục** dài duy nhất dẫn truyền tín hiệu đi xa, đôi khi dài tới hơn một mét.

Mỗi tế bào, bao gồm cả nơ-ron, đều được bao bọc bởi một **màng tế bào**, và thành phần cấu tạo của nó có ý nghĩa quan trọng cho những phần tiếp theo. Màng là một **lớp kép phospholipid**, gồm hai lớp phân tử béo. Mỗi phân tử phospholipid có một 'đầu' ưa nước và hai 'đuôi' kỵ nước; chúng sắp xếp theo kiểu đuôi nối đuôi thành hai lớp, với các đầu hướng về phía dịch lỏng bên trong và bên ngoài tế bào, còn các đuôi đầu được ẩn ở giữa. Lớp màng mỏng, giàu lipid này là hàng rào ngăn cách bên trong với bên ngoài, và nó có thể duy trì một điện tích xuyên qua chính nó. Các 'kênh' và 'bơm' được mô tả trong phần tiếp theo thực chất chỉ là các công protein nằm trong lớp màng lipid này.

CẤU TRÚC DÂY THẦN KINH: SỢI TRỤC, MYELIN VÀ CÁC EO RANVIER

Một sợi thần kinh đơn lẻ được cấu tạo xung quanh một **sợi trục (axon)**, một phần mở dài dạng sợi, dài của tế bào thần kinh, chịu trách nhiệm dẫn truyền tín hiệu điện. Nhiều sợi trục được bao bọc bởi **myelin**, một lớp cách điện giàu lipid, và điều đáng chú ý là myelin thực sự là gì. Một tế bào hỗ trợ (gọi là **tế bào Schwann** trong các dây thần kinh ngoại vi ở cánh tay của bạn) sẽ quấn màng tế bào của chính nó quanh sợi trục, theo vòng tròn, lặp đi lặp lại nhiều lần, giống như việc cuộn nhiều vòng màng bọc thực phẩm quanh một cây bút chì. Vì màng này là một lớp kép phospholipid (về cơ bản là chất béo), mỗi vòng quấn sẽ tạo thêm một lớp chất béo, và nhiều lớp xếp chồng lên nhau sẽ tạo thành một ống dày, giàu lipid. Lớp ống màng được quấn này *chính là* lớp cách điện: myelin chủ yếu là chất béo chính xác vì nó là lớp màng tế bào được xếp chồng lên nhau. Số vòng quấn của tế bào Schwann càng nhiều thì sợi thần kinh càng được cách điện tốt hơn và dẫn truyền nhanh hơn.

Tuy nhiên, lớp vỏ myelin không liên tục. Nó được tạo thành từng đoạn, với những khoảng trống nhỏ không có myelin giữa các đoạn gọi là **các eo Ranvier**. Tín hiệu điện không thể rò rỉ ra ngoài qua các đoạn được cách điện, do đó nó thực chất *nhảy* từ eo này sang eo tiếp theo. Quá trình này được gọi là **dẫn truyền nhảy cóc** (saltatory conduction, bắt nguồn từ tiếng Latin *saltare*, có nghĩa là nhảy), và đây là lý do tại sao các sợi thần kinh có myelin dẫn truyền nhanh đến vậy: việc nhảy từ eo này sang eo khác có thể truyền tín hiệu với tốc độ vượt quá 100 mét mỗi giây, so với dưới 10 mét mỗi giây ở các sợi thần kinh trần, không có myelin. Đây cũng là lý do tại sao các bệnh lý hoặc chấn thương làm mất myelin khiến tốc độ dẫn truyền bị chậm đi đáng kể.

CÁCH TÍN HIỆU TRUYỀN DẪN

Khi nghỉ ngơi, bên trong sợi trục (axon) mang điện tích âm nhẹ hơn so với bên ngoài: **thế màng nghỉ**, vào khoảng -70 millivolt. Điện tích này được duy trì bằng cách giữ phần lớn ion natri ở bên ngoài tế bào và phần lớn ion kali ở bên trong.

Khi thần kinh kích hoạt, trình tự diễn ra chính xác như sau:

1. **Khử cực.** Các kênh **natri** phụ thuộc điện thế mở ra nhanh chóng và các ion natri tràn *vào* bên trong. Bên trong chuyển sang điện tích dương nhanh chóng, đạt đỉnh khoảng +30 millivolt. Đây là điện thế hoạt động.
2. **Tái cực.** Các kênh natri đóng lại và các kênh **kali** phụ thuộc điện thế mở ra, cho phép kali chảy *ra* bên ngoài. Bên trong trở về gần với giá trị âm của trạng thái nghỉ.
3. **Thời kỳ trơ (thời gian tiềm ẩn).** Trong một khoảnh khắc ngắn sau đó, vùng màng không thể kích hoạt lại, bất kể kích thích mạnh đến đâu, trong khi các kênh đang được thiết lập lại.

Thời kỳ trơ này thực hiện một chức năng tinh tế: vì đoạn màng ngay phía sau tín hiệu đang lan truyền tạm thời không thể kích hoạt lại, điện thế hoạt động chỉ có thể di chuyển *tiến về phía trước*. Đây là lý do tại sao các tín hiệu thần kinh chạy theo một chiều dọc theo sợi trục thay vì bật ngược trở lại.

VƯỢT QUA KHE HỖ: KHỚP THẦN KINH VÀ BẢN CỰC VẬN ĐỘNG

Một sợi thần kinh không tiếp xúc vật lý với cơ mà nó kiểm soát. Tại nơi dây thần kinh vận động gặp cơ, có một khớp nối chuyên biệt, gọi là **khớp thần kinh-cơ**, với một khe hở nhỏ (khe khớp thần kinh) nằm giữa đầu tận cùng của thần kinh và một vùng dày lên, gấp nếp của màng cơ được gọi là **bản cực vận động**.

Tín hiệu điện không thể vượt qua khe hở này một cách trực tiếp, do đó nó được chuyển đổi thành tín hiệu hóa học. Khi điện thế hoạt động đạt đến đầu tận cùng của thần kinh, nó kích thích giải phóng một chất dẫn truyền thần kinh gọi là **acetylcholine** vào khe hở. Acetylcholine khuếch tán qua khe hở và gắn vào các thụ thể trên bản cực vận động, mở ra các kênh cho phép màng cơ khử cực. Nếu sự khử cực này đạt đến ngưỡng, nó sẽ khởi động một điện thế hoạt động lan truyền qua cơ và sợi cơ co lại. Một enzyme (acetylcholinesterase) sau đó nhanh chóng phân hủy acetylcholine, do đó mỗi xung thần kinh tạo ra một co giật rõ ràng thay vì một co giật kéo dài. Quá trình chuyển tiếp hóa học này là mục tiêu của một số loại thuốc gây mê và của các tình trạng như nhược cơ.

CẢM NHẬN THỂ GIỚI: CÁC THỤ THỂ CẢM GIÁC

Mặt cảm giác hoạt động theo chiều ngược lại: các đầu tận cùng chuyên biệt chuyên đổi kích thích vật lý thành tín hiệu thần kinh. Các thụ thể khác nhau được điều chỉnh để đáp ứng với các kích thích khác nhau:

- **Thế Pacini** nằm sâu trong da và đáp ứng với áp lực sâu và rung động tần số cao. Chúng thích nghi nhanh, chỉ phát tín hiệu khi có sự thay đổi chứ không phải liên tục.
- **Thế Meissner** nằm ngay dưới bề mặt da đầu ngón tay và lòng bàn tay, phát hiện chạm nhẹ và rung động tần số thấp, đóng vai trò trung tâm trong khả năng cảm nhận tinh vi, phân biệt mà bạn sử dụng để cảm nhận kết cấu và cầm nắm các vật nhỏ.
- **Các đầu tận cùng tự do** là các đầu tận cùng trần, không được bao bọc, cảm nhận đau, nhiệt độ và chạm nhẹ. Chúng là các đầu tận cùng phong phú nhất trong da.
- **Thoi cơ** nằm bên trong chính các cơ và phát hiện sự kéo dãn và chiều dài, cung cấp thông tin phản hồi về vị trí và chuyển động (cảm giác bản thể), giúp não bộ biết vị trí bàn tay của bạn mà không cần nhìn.

Các chất lượng cảm giác khác nhau mà bạn có thể cảm nhận (một nhát chích, hơi ấm, điện thoại rung, vị trí cổ tay) chủ yếu phụ thuộc vào việc thụ thể nào trong số các thụ thể trên đang phát tín hiệu và tốc độ phát tín hiệu đó.

CÁC MỨC ĐỘ TỔN THƯƠNG THẦN KINH

Bác sĩ phẫu thuật phân loại tổn thương thần kinh dựa trên *mức độ sâu của tổn thương*, vì điều này quyết định cách thức và khả năng hồi phục. Hai hệ thống phân loại được sử dụng kết hợp.

Hệ thống **Seddon** cũ và đơn giản hơn có ba phân loại:

- **Neurapraxia:** mức độ nhẹ nhất. Các sợi thần kinh bị bầm dập hoặc lớp cách điện bị gián đoạn tại chỗ, nhưng các sợi trục vẫn nguyên vẹn. Dẫn truyền bị chặn tại điểm đó, giống như một đoạn ống bị gấp khúc, nhưng cấu trúc vẫn nguyên vẹn. Sự hồi phục thường hoàn toàn và tương đối nhanh chóng sau khi nguyên nhân được giải quyết.
- **Axonotmesis:** các sợi trục bị đứt, nhưng các ống mô liên kết bao quanh vẫn tồn tại. Các sợi thần kinh xa hơn vị trí tổn thương sẽ chết đi và phải mọc lại, do đó quá trình hồi phục diễn ra chậm nhưng các ống được bảo tồn sẽ tạo đường đi cho các sợi thần kinh mới, và tiên lượng thường tốt.
- **Neurotmesis:** mức độ nghiêm trọng nhất. Thần kinh, bao gồm cả khung nâng đỡ, bị đứt hoàn toàn. Thần kinh sẽ không tự hồi phục; cần phải phẫu thuật sửa chữa, và ngay cả khi đó, sự hồi phục cũng không hoàn toàn.

Hệ thống **Sunderland** chi tiết hơn chia thành năm mức độ, tương ứng với Seddon như sau:

- **Mức độ 1** = neurapraxia (chỉ có block dẫn truyền).
- **Mức độ 2** = axonotmesis với ống trong cùng (endoneurium) còn nguyên vẹn, mang lại triển vọng tái sinh tốt nhất.

- **Mức độ 3** = ống trong cũng bị gián đoạn, do đó các sợi thần kinh mọc lại có thể bị dẫn hướng sai; sự hồi phục chỉ một phần.
- **Mức độ 4** = chỉ còn lớp vỏ ngoài (epineurium) là còn nguyên vẹn; một khối sẹo thường ngăn cản sự hồi phục có ý nghĩa nếu không phẫu thuật.
- **Mức độ 5** = đứt hoàn toàn toàn bộ thần kinh, tương đương với neurotmesis của Seddon, đòi hỏi phải sửa chữa.

Tóm lại: càng có nhiều lớp bị đứt, thì sự hồi phục tự nhiên càng chậm và không hoàn toàn, và khả năng cần phẫu thuật càng cao.

THOÁI HÓA WALLER VÀ TÁI SINH

Khi một sợi trục bị cắt hoặc xé, phần *xa hơn* so với vị trí tổn thương hiện bị ngắt kết nối với tế bào duy trì sự sống của nó. Trong vài ngày tiếp theo, phần này bị phân hủy theo một quá trình có trật tự và được lập trình sẵn, gọi là **thoái hóa Waller**: sợi trục bị mắc kẹt và myelin của nó bị tháo dỡ và loại bỏ bởi các tế bào Schwann cùng các tế bào miễn dịch được huy động (đại thực bào).

Đây không chỉ là phá hủy; đó là sự chuẩn bị. Các tế bào Schwann đã lột dọc theo sợi thần kinh cũ tồn tại, nhân lên và sắp xếp thành các cột rỗng gọi là **các dải Büngner**, đi theo lộ trình ban đầu của dây thần kinh. Các cột này đóng vai trò như những ống giá đỡ sống: chúng giải phóng các yếu tố tăng trưởng và hướng dẫn vật lý các sợi thần kinh đang tái sinh trở lại các mục tiêu của chúng.

Từ vị trí tổn thương, phần còn lại của mỗi sợi trục gửi ra một chùy tăng trưởng, di chuyển dọc theo ống tế bào Schwann của nó với tốc độ khoảng **một milimét mỗi ngày**, cuối cùng đạt đến da hoặc cơ và tái kết nối (tái chi phối). Đây là lý do tại sao việc sửa chữa sạch sẽ, được thực hiện sớm và chính xác lại quan trọng đến vậy: các ống bị cắt cần được căn chỉnh sao cho các sợi thần kinh đi vào đúng các kênh dẫn, và các tế bào Schwann hỗ trợ tối đa trong vài tháng ngay sau khi tổn thương; chúng thực chất có một “hạn sử dụng”. Căn chỉnh các đầu tốt và tiếp cận chúng đúng thời điểm, thì nhiều sợi thần kinh hơn sẽ tìm được đường về.

Xem thêm

- [Xét nghiệm thần kinh và nghiên cứu dẫn truyền](#) – cách chúng tôi đo lường xem dây thần kinh có dẫn truyền bình thường hay không
- [Hội chứng ống cổ tay và chèn ép dây thần kinh](#) – một vấn đề chèn ép dây thần kinh phổ biến tại cổ tay
- [Phẫu thuật nối gân và dây thần kinh](#) – nội dung của phẫu thuật nối lại dây thần kinh hoặc gân bị đứt