

Cách sụn hoạt động (và lý do tại sao nó gặp khó khăn trong việc phục hồi)

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

Sụn là bề mặt nhẵn bóng bao phủ đầu các xương bên trong khớp. Đây là một trong những vật liệu đáng chú ý nhất trong cơ thể: trơn hơn cả băng, có khả năng giảm xóc suốt một đời chịu tải trọng, nhưng khác với xương và gân, sụn gần như **không có khả năng tự sửa chữa**. Chính điều này giải thích tại sao tổn thương sụn và thoái hóa khớp lại là những vấn đề dai dẳng, và vì sao việc bảo vệ sụn của bạn lại quan trọng đến vậy. Trang này giải thích, bằng ngôn ngữ đơn giản, sụn là gì và vì sao nó lành thương kém, sau đó đi sâu hơn vào kỹ thuật tinh tế của mô này và sinh học tích cực đằng sau những gì chúng ta thường gọi là “mòn và rách”.

Sụn là gì và chức năng của nó

Sụn mà chúng tôi đề cập ở đây, **sụn khớp**, là lớp phủ cứng, nhẵn, màu trắng, dày chỉ vài milimet ở đầu các xương nơi chúng gặp nhau trong khớp. Nó thực hiện hai chức năng xuất sắc:

- Nó là một **bề mặt trượt gần như không ma sát**, cho phép các xương của khớp trượt lên nhau với gần như không có sức cản.
- Nó là một **đệm**, phân tán lực trên khớp và bảo vệ xương bên dưới khỏi tác động.

Sụn là mô sống, nhưng là một loại mô đặc biệt: nó **không có mạch máu và không có dây thần kinh**. Việc không có dây thần kinh là lý do tại sao bề mặt sụn bị mòn tự nó không gây đau (đau do viêm khớp đến từ các cấu trúc khác). Việc không có nguồn cung cấp máu là yếu tố then chốt dẫn đến điểm yếu lớn của nó: nó không thể tự lành như da hoặc xương.

Tại sao sụn khó lành

Hầu hết mọi nơi khác trong cơ thể, quá trình lành vết thương bắt đầu bằng chảy máu: một cục máu đông hình thành, các tế bào viêm di chuyển đến, và các yếu tố tăng kích hoạt quá trình sửa chữa. Sụn không có nguồn cung cấp máu, do đó một tổn thương đối với nó sẽ không nhận được bất kỳ quá trình nào trong số đó. Thêm vào đó, các tế bào cư trú ít ỏi của nó bị mắc kẹt trong vật liệu xung quanh và không thể di chuyển đến vết thương để vá nó lại.

Kết quả là một vết trầy xước hoặc vết nứt giới hạn trong sụn có xu hướng chỉ tồn tại ở đó. Tổn thương đi sâu hơn (xuyên qua sụn và vào xương bên dưới) có thể được lấp đầy, nhưng với một loại “**sụn xơ**” giống như sẹo, yếu hơn và kém bền hơn so với sụn ban đầu. Do đó, tổn thương sụn có xu hướng là vĩnh viễn và tiến triển chậm, đó chính là lý do tại sao phòng ngừa và bảo vệ đóng vai trò rất quan trọng.

Những yếu tố giúp bảo vệ sụn của bạn

- **Vận động thường xuyên.** Sụn được nuôi dưỡng bởi dịch khớp được bơm ra vào khi bạn vận động; hoạt động đều đặn, thoải mái giúp nuôi dưỡng sụn, trong khi thời gian bất động kéo dài khiến sụn bị thiếu dinh dưỡng.
- **Duy trì cân nặng hợp lý.** Mỗi kilogram cân nặng đều tạo thêm tải trọng lên bề mặt khớp.
- **Phát triển cơ bắp xung quanh khớp.** Cơ bắp khỏe mạnh chia sẻ tải trọng và hấp thụ lực xung kích, bảo vệ sụn.
- **Chăm sóc các chấn thương.** Một khớp lỏng lẻo hoặc không ổn định sẽ làm mòn sụn nhanh hơn; việc điều trị tình trạng mất ổn định giúp bảo vệ bề mặt sụn.

Tìm hiểu sâu hơn

Phần này đi sâu hơn vào giải thích chi tiết ở mức độ sinh viên về mặt sinh học. Phần này không cần thiết để hiểu về vấn đề sụn hoặc cách điều trị, nhưng nếu bạn tò mò về *cách mà* sụn có thể trơn hơn cả băng, và tại sao “mòn và hao” thực chất là một bệnh lý đang hoạt động, hãy tiếp tục đọc.

SỤN LÀ MÔ SỐNG

Sụn khớp là một loại được gọi là **sụn hyaline**. Nó được cấu tạo từ một số lượng tế bào thừa thớt (**tế bào sụn**) được bao quanh bởi một khối lượng **ma trận** khổng lồ mà các tế bào này sản xuất và duy trì. Ma trận là bí quyết cho mọi chức năng của sụn. Nó là một mạng lưới các sợi **collagen loại II**, chứa đầy các phân tử lớn có hình dạng như bàn chải chai, có khả năng hút nước mạnh mẽ được gọi là **proteoglycan** (chủ yếu là **aggrecan**), và khoảng 70–80% là nước. Mạng lưới collagen chống lại lực kéo dãn; aggrecan hút nước vào và tạo ra **áp suất**

trương nở chống lại lực nén. Về cơ bản, sụn giống như một miếng bọt biển chứa đầy nước được giữ dưới sức căng bên trong một mạng lưới sợi.

Nó cũng được cách ly độc nhất: không có mạch máu, không có dây thần kinh, không có hệ bạch huyết. Các tế bào sụn nằm trong các hốc nhỏ (lacunae), duy trì vùng ma trận của chúng một cách chậm chạp và không thể di chuyển.

Ổ ĐỖ GẦN NHƯ KHÔNG MA SÁT: CÁCH SỤN CHỊU TẢI

Sụn là một trong những vật liệu trơn trượt nhất được biết đến: hệ số ma sát của nó vào khoảng **0,001**, thấp hơn cả băng trượt trên băng. Nó đạt được điều này nhờ hai cơ chế phối hợp cùng hoạt động.

Thứ nhất, sụn có tính chất **hai pha**, gồm một ma trận rắn ngấm đầy dịch lỏng. Khi khớp chịu tải, lượng nước bị mắc kẹt không thể thoát ra ngay lập tức, do đó nó tạo áp lực và chịu tải, ban đầu chịu hơn 90% lực tác động. Áp lực dịch lỏng, chứ không phải khung xương rắn, mới là thứ chịu lực, tương tự như việc đứng trên một chiếc giường nước. Khi điểm tiếp xúc di chuyển (do bạn tiếp tục vận động), dịch lỏng rỉ ra phía trước và được hút trở lại phía sau. **Áp lực dịch gian bào** này là lý do chính khiến sụn có thể chịu tải trọng lớn với rất ít ma sát hoặc mài mòn.

Thứ hai, bề mặt sụn mang một **lớp biên** trơn trượt gồm các phân tử, bao gồm **lubricin** (còn gọi là PRG4) và **axit hyaluronic** từ dịch khớp, tạo thành một màng ngấm nước giúp hai bề mặt không bao giờ tiếp xúc trực tiếp với nhau.

Ma trận cũng được sắp xếp thành các **vùng**: các sợi collagen chạy song song với bề mặt ở vùng trên cùng (vùng nông), giữ lớp bôi trơn và chống lại lực cắt; chúng trở nên ngẫu nhiên hơn ở vùng giữa; và neo đứng ở vùng sâu, vào một **lớp sụn vô hình** (được phân tách bởi một đường gọi là đường tidemark) liên kết chắc chắn sụn mềm với xương cứng, giải quyết cùng thách thức kỹ thuật về việc nối vật liệu mềm với vật liệu cứng mà chỏm gân (enthesis) đã giải quyết.

TẠI SAO SỤN HẦU NHƯ KHÔNG LÀNH

Ghép các mảnh lại với nhau, việc chữa lành kém trở nên hợp lý:

- **Không có nguồn cung cấp máu** nghĩa là không có cục máu đông, không có tế bào viêm và không có các yếu tố tăng trưởng thúc đẩy quá trình sửa chữa ở những nơi khác.
- **Các tế bào không thể hỗ trợ nhiều**: tế bào sụn (chondrocytes) hiếm, bị bao bọc trong ma trận và không di chuyển hoặc nhân lên đủ nhiều để lấp đầy khoảng trống.
- **Độ sâu quyết định phản ứng**. Một khuyết tật **một phần** (partial-thickness) giới hạn trong sụn không tiếp cận được máu hoặc tủy xương, do đó hầu như không có phản ứng sửa chữa nào. Một khuyết tật **toàn phần** (full-thickness) phá vỡ vào xương dưới sụn cho phép các tế bào tủy xương và máu tràn vào, và những thứ này lấp đầy khoảng trống, nhưng với **sụn xơ** (fibrocartilage) (chứa collagen type I, ít proteoglycan), vốn kém bền vững về mặt cơ học và mòn nhanh hơn so với sụn hyaline thực sự.

Đó là nỗi frustrate trung tâm của phẫu thuật sụn: chúng ta có thể lấp đầy một lỗ hổng, nhưng không thể bằng vật liệu thực sự.

CÁCH SỤN ĐƯỢC NUÔI DƯỠNG

Không có mạch máu riêng, sụn được nuôi dưỡng nhờ **sự khuếch tán từ dịch khớp (dịch hoạt dịch)**, và quá trình khuếch tán này được thúc đẩy bởi **chuyển động và tải trọng**. Mỗi khi khớp chịu tải và nhả tải, dịch và chất dinh dưỡng được bơm vào và ra khỏi sụn (tương tự như cách cử động ngón tay nuôi dưỡng gân gấp đang lành). Do đó, sụn thực sự **cần tải trọng theo chu kỳ để duy trì sức khỏe**: bất động kéo dài hoặc không chịu tải sẽ làm suy giảm sụn, trong khi hoạt động vừa phải, đều đặn sẽ duy trì sụn. Câu nói của nhà vật lý trị liệu rằng “chuyển động là thuốc” có cơ sở sinh học thực sự ở đây.

THOÁI HÓA KHỚP: KHI SỤN BỊ PHÁ HỦY

Thoái hóa khớp (OA) thường được gọi là “hao mòn”, nhưng cách gọi này làm giảm nhẹ mức độ nghiêm trọng: đây là một quá trình sinh học chủ động, không chỉ đơn thuần là sự xói mòn cơ học.

Bắt đầu bởi quá tải cơ học, chấn thương, lão hóa hoặc mất ổn định khớp, các tế bào sụn chuyển sang chế độ phá hủy. Chúng tăng cường sản xuất các enzyme phân hủy ma trận (**MMPs** như MMP-13, và **aggrecanases** như ADAMTS-4 và -5) để phân hủy collagen type II và aggrecan nhanh hơn khả năng thay thế của chúng. Ma trận mất đi proteoglycan giữ nước, trở nên mềm và xơ rách. Các tế bào sụn cũng thay đổi đặc tính (một sự chuyển đổi gọi là **tăng sản**), sụn bắt đầu bị vôi hóa và cho phép mạch máu xâm nhập, **xương dưới sụn** dày lên và tạo ra các gai xương (**osteophytes**), và lớp lót khớp (**hoạt dịch**) bị viêm nhẹ, giải phóng các tín hiệu như IL-1 và TNF làm duy trì vòng luẩn quẩn này. Vì sụn không thể tái sinh, đây chủ yếu là một quá trình một chiều, lý do khiến việc chăm sóc OA tập trung vào giảm tải, tăng cường sức mạnh và quản lý cân nặng, và khi sụn cuối cùng đã biến mất, thay thế khớp.

SỬA SỤN: TẠI SAO ĐIỀU NÀY LẠI KHÓ KHĂN ĐẾN VẬY

Nhiều loại phẫu thuật được thực hiện nhằm khôi phục bề mặt bị tổn thương, và lý do không có phương pháp nào mang lại kết quả hoàn hảo bắt nguồn trực tiếp từ sinh học đã nêu ở trên:

- **Vi cấy xương (Microfracture)** khoan những lỗ nhỏ vào xương dưới sụn để cho phép các tế bào tủy xương xâm nhập. Chúng tạo thành **sụn xơ**, có tác dụng trong ngắn hạn nhưng có xu hướng suy giảm sau một vài năm.
- **Chuyển ghép sụn-xương (OATS / mosaicplasty)** di chuyển các khối sụn và xương từ một phần ít chịu lực của khớp. Đây là sụn hyaline thực sự, nhưng nguồn cung bị hạn chế.
- **Liệu pháp tế bào (ACI / MACI)** nuôi cấy các tế bào sụn của chính bệnh nhân trong phòng thí nghiệm và cấy ghép lại; phương pháp này hứa hẹn những đòi hỏi kỹ thuật cao và vẫn chưa hoàn hảo.

Không có phương pháp nào tái tạo đáng tin cậy lớp sụn hyaline ban đầu với kiến trúc vùng chính xác và khả năng bôi trơn. Khi sụn của toàn bộ khớp bị mòn hết, giải pháp dứt điểm vẫn là **thay khớp**.

NHỮNG YẾU TỐ GIÚP ÍCH VÀ GÂY HẠI CHO SỤN

- **Vận động và tải trọng vừa phải** giúp nuôi dưỡng và duy trì sụn; bất động kéo dài gây hại cho sụn.
- **Thừa cân và mất ổn định khớp** thúc đẩy quá trình thoái hóa; **các cơ xung quanh khỏe mạnh** giúp bảo vệ sụn.
- **Chấn thương**, đặc biệt là những trường hợp làm mất ổn định khớp hoặc tổn thương bề mặt sụn, làm tăng nguy cơ mắc bệnh viêm xương khớp về lâu dài.
- Và một sự thật khó khăn xuyên suốt trang này: một khi đã bị tổn thương đáng kể, sụn **không thể tái sinh**. Hầu như không có mô nào khác mà việc phòng ngừa lại quan trọng hơn.

Xem thêm

- [Viêm xương khớp](#) – những gì xảy ra khi sụn khớp bị phá hủy
- [Cách xương lành và tái tạo](#) – xương dưới sụn nằm bên dưới lớp sụn
- [Duy trì vận động để bảo vệ sức khỏe khớp](#) – lý do tại sao vận động giúp bảo vệ khớp của bạn
- [Cân nặng, béo phì và sức khỏe khớp](#) – cách tải trọng ảnh hưởng đến sụn