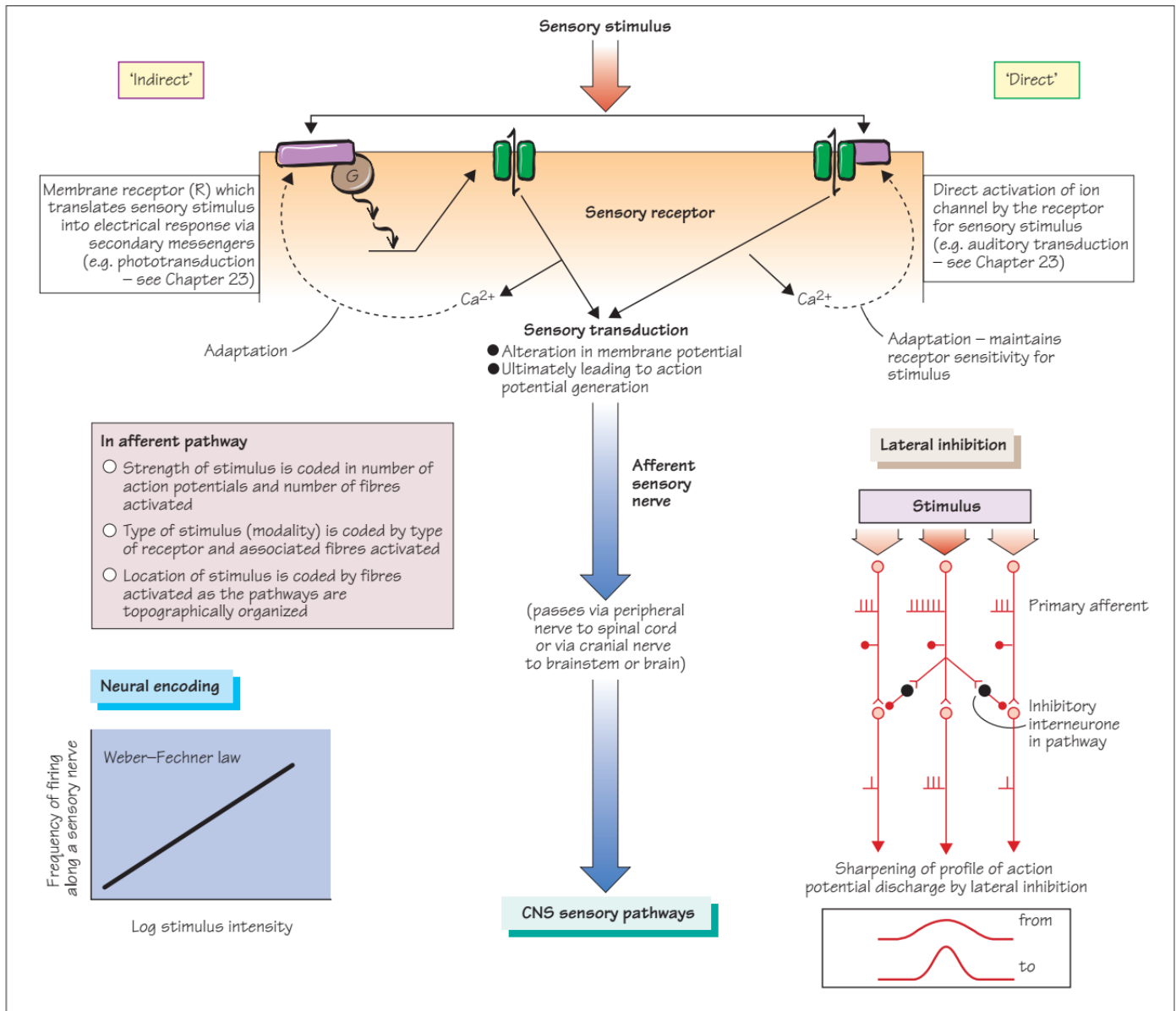


## 22. HỆ THỐNG CẢM GIÁC: tổng quan



Hệ cảm giác là hệ mà thông tin được chuyển đến tủy gai và não từ các thụ thể cảm giác ngoại biên, đây là các neuron chuyên biệt hoặc đầu tận thần kinh.

- Các **thụ thể cảm giác** chuyên biệt, **sợi trục hướng tâm** và **thân tế bào** cùng với khe synapse ở tủy gai được gọi là **đường hướng tâm chính (primary afferent)**. Quá trình mà kích thích từ môi trường bên ngoài được chuyển đổi thành tín hiệu điện để truyền qua hệ thần kinh được gọi là **chuyển đổi tín hiệu cảm giác (sensory transduction)**.

- Tín hiệu do thụ thể cảm giác tạo ra được chuyển đến hệ thần kinh trung ương (CNS) thông qua các dây thần kinh ngoại biên hoặc dây thần kinh sọ thông qua một loạt các synapse thần kinh, cuối cùng phóng chiếu đến 1 khu vực nhất định trên vỏ não có khả năng phân tích chi tiết về cảm giác đó.

Có 6 loại cảm giác chính của hệ thần kinh, bao gồm cảm giác thân thể và 5 giác quan đặc biệt:

1. Hệ thống cảm giác thân thể (somatosensory): sờ/áp lực, cảm giác sâu (proprioception), nhiệt và đau.

2. Thị giác.
3. Thính giác.
4. Thế giác (thăng bằng).
5. Vị giác.
6. Khứu giác.

## Thụ thể cảm giác

Thụ thể cảm giác chuyển đổi kích thích bằng quá trình **hoạt hóa kênh ion trực tiếp** (như hệ thính giác) hoặc **gián tiếp qua tín hiệu nội bào thứ hai** (như hệ thị giác). Ở cả hai trường hợp, kích thích cảm giác chuyển thành tín hiệu điện, sau đó dẫn truyền đến CNS dưới dạng khử cực/quá phân cực tăng dần gây ra điện thế động (như hệ thị giác), hoặc trực tiếp phát sinh điện thế động ở cấp độ thụ thể.

**Đặc tính** hay **phương thức** của hệ cảm giác tùy thuộc vào hoạt động của tế bào thần kinh hoặc sợi thần kinh có tính chuyên biệt cao cho các loại kích thích hướng tâm khác nhau.

Thụ thể chỉ đáp ứng với kích thích khi kích thích tác động vào một khu vực nhất định quanh nó (**trường tiếp nhận**, receptive field). Trường tiếp nhận, nơi thụ thể được hoạt hóa, được CNS nhận biết tương ứng với vị trí đặc biệt trong cơ thể hay môi trường bên ngoài. Thụ thể chỉ truyền tải tín hiệu điện tới CNS khi nhận kích thích đủ mạnh để đạt tới **ngưỡng**.

Đáp ứng tăng dần của một thụ thể đối với sự thay đổi cường độ kích thích cho biết **độ nhạy cảm** của thụ thể đó. Nhiều thụ thể nhạy cảm cao ở cả mức độ phát hiện kích thích và thay đổi cường độ kích thích. Đó là do chúng vừa có khả năng khuếch đại tín hiệu gốc bằng cách sử dụng hệ thống tín hiệu thứ hai, vừa có khả năng **thích nghi** với sự hiện diện của một kích thích không đổi liên tục.

## Thụ thể cảm giác thân thể

**Thụ thể sờ** được biệt hóa ở đầu tận cùng thần kinh nằm trong da với thân tế bào ở hạch rễ lưng. Chúng được tìm ra với mật độ cao ở đầu ngón tay trong khi thụ thể vị thể được tìm ra không chỉ ở da mà còn ở cơ và khớp.

Thụ thể da được phân loại tốt nhất theo cấu trúc, vị trí, vùng cảm thụ và tốc độ thích ứng.

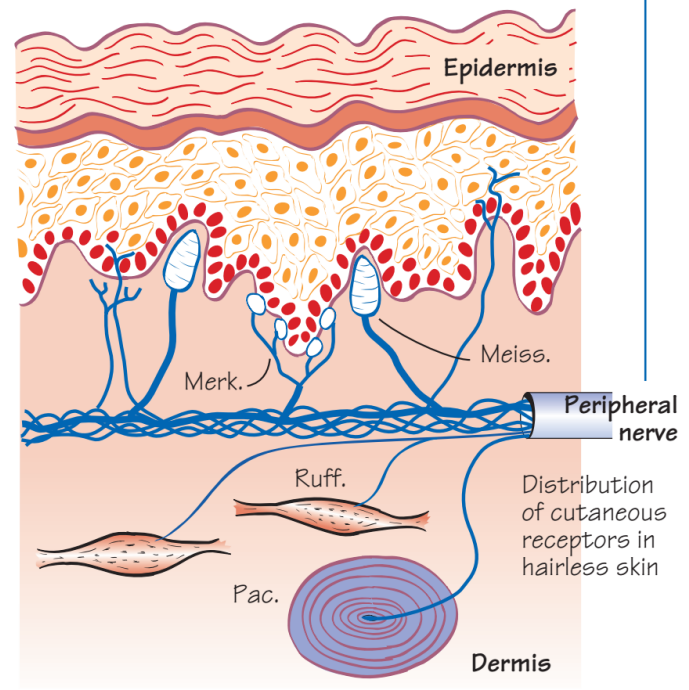
Thụ thể type I có vùng cảm thụ rất nhỏ và có ranh giới rõ rệt (**thể Meissner** và **đĩa Merkel**), tập trung nhiều ở đầu ngón. Cụ thể, thể Meissner truyền thông tin về sự trượt hoặc di chuyển của vật thể trên da, trong khi đĩa Merkel liên quan đến sờ tinh vi (tức là chi tiết về cảm giác).

Ngược lại, những **thể Pacinian** thích ứng nhanh (RA) truyền cảm giác rung vì chúng nhanh chóng ngưng phóng điện đối với kích thích cảm giác liên tục.

**Những thể tận cùng Ruffini** thích ứng chậm hơn (SA), cho cảm giác về biên độ, hướng và tốc độ thay đổi áp lực trên da và các mô sâu hơn (căng da).

#### Classification of cutaneous receptors

| Size of receptive field   | Speed of adaptation of receptor                  |  |
|---|--|--|
|   | Rapid (RA)                                       | Slow (SA)                                  |
| <b>Type I</b><br>Small, sharp, well defined receptive fields<br>—mainly found on fingertips | RA <sup>I</sup><br>Meissner's corpuscle (Meiss.) | SA <sup>I</sup><br>Merkel's disc (Merk.)   |
| <b>Type II</b><br>Large, poorly defined receptive fields                                    | RA <sup>II</sup><br>Pacinian corpuscle (Pac.)    | SA <sup>II</sup><br>Ruffini ending (Ruff.) |



### Các đường cảm giác đi lên trong tủy gai

Với các thụ thể nhạy cảm cao, tính không ổn định nội tại của quá trình dẫn truyền được gọi là **hiệu nhiễu** (noise) và thách thức cho hệ thần kinh là phát hiện một đáp ứng hoặc tín hiệu kích thích cảm giác trên nền nhiễu này (gọi là tỉ lệ tín hiệu/nhiễu).

Cường độ của một kích thích cảm giác có thể được mã hóa ở mức độ của thụ thể và synapse đầu tiên, dưới dạng điện thế động hoặc điện thế màng tăng dần trong thụ thể. **Thần kinh cảm giác hướng tâm** có thể mã hóa cho cường độ của kích thích (bên cạnh những đặc tính khác), đầu tiên bằng cách tăng số lượng sợi hướng tâm được hoạt hóa (**kết tập** - recruitment, hay **mã hóa theo không gian**) và, thứ hai, bằng cách tăng số lượng điện thế động được tạo ra trong mỗi sợi trục trên đơn vị thời gian (**mã hóa tần số**, hay **mã hóa thời gian**). Có một mối liên quan phức tạp giữa cường độ kích thích và tần số phát xung điện thế động trong dây thần kinh hướng tâm – được định nghĩa bởi **định luật Weber – Fechner**.

### Các đường cảm giác

Mỗi đường cảm giác có đường vào riêng của nó tới CNS, mặc dù cuối cùng hầu hết các con đường cảm giác đều vào vùng đồi thị - vị trí phóng chiếu khác nhau cho mỗi hệ cảm giác. Đường này sau đó đi đến vỏ não. Riêng đường khứu giác chủ yếu tới các cấu trúc viền và tín hiệu từ thoi cơ đi tới tiểu não (bó gai-tiểu não).

Mỗi hệ thống cảm giác có vùng vỏ não riêng của nó, chủ yếu là liên quan đến việc phân tích thông tin cảm giác. **Vùng cảm giác nguyên phát (primary sensory area)** được kết nối với các vùng vỏ não liền kề để xử lý các cảm giác phức tạp hơn (gọi là **các vùng cảm giác thứ phát, secondary sensory area**). Sau đó tín hiệu được phóng chiếu đến **các vùng liên hợp** (vỏ não đỉnh sau, trán trước và thái dương) sau đó chuyển tới hệ vận động và hệ viền. Các vùng liên hợp này liên quan nhiều hơn đến việc xử lý thông tin cảm giác cho sự chuyển động và tạo ra phản ứng hành vi phức tạp.

Vùng vỏ não cảm giác nguyên phát cũng phóng chiếu dưới vỏ đến tới nhân đồi thị (và/hoặc thân não) tương ứng. Điều này quan trọng trong việc tăng cường việc phát hiện tín hiệu cảm giác đi lên. Sự gia tăng này liên quan đến ít nhất hai quá trình chính: **ức chế bên cạnh** và **phát hiện đặc tính**. Ức chế bên cạnh là quá trình làm nổi bật tế bào và sợi trục có hoạt động mạnh nhất nhờ ức chế các vùng hoạt động ít hơn liền kề, tạo ra sự tương phản mạnh trong tín hiệu hướng tâm. Mặt khác, phát hiện đặc tính là quá trình tương ứng với phát hiện chọn lọc các đặc điểm nhất định của một kích thích cảm giác, vốn có thể xảy ra ở mọi cấp độ từ thụ thể đến vỏ não.

Bảng 1: Các đường dẫn truyền cảm giác

| Bó dẫn truyền              | Bó gai đồi thị   | Bó cột sau-liền trong  | Bó gai tiểu não   |
|----------------------------|--|--|---|
| <b>Thành phần Đường đi</b> | <p>Neuron 1: dẫn truyền cảm giác từ da vào sừng sau tủy sống.</p> <p>Neuron 2: nằm ở sừng sau tủy sống (lớp I,III,IV,V), chuyển tín hiệu <b>bắt chéo ở tủy gai</b> đi lên thân não và đồi thị đối bên</p> <p>Neuron 3: đồi thị lên vỏ não cảm giác</p> | <p>Neuron 1: Đường hướng tâm chính từ thụ thể cơ học, thụ thể ở cơ và khớp vào tủy sống, đi lên cùng bên tủy sống đến hành tủy.</p> <p>Neuron 2: từ nhân thon/chêm ở phần thấp hành tủy, <b>bắt chéo ở hành não</b> để tạo thành bó dọc giữa, tiếp hợp trong nhân bụng sau của đồi thị.</p> <p>Neuron 3: đồi thị lên vỏ não cảm giác</p> | <p>Neuron 1: dẫn truyền cảm giác sâu từ cơ và khớp vào sừng sau tủy sống.</p> <p>Neuron 2: ở tủy gai lên tiểu não theo 2 bó</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Bó gai tiểu não sau tiếp nhận thông tin từ thụ thể cơ và khớp truyền đến tiểu não qua cuống tiểu não dưới.</li><li>- Bó gai tiểu não trước tiếp nhận thông tin từ neuron trung gian tủy gai tới tiểu não qua cuống tiểu não trên.</li></ul> |
| <b>Chức năng</b>           | Dẫn truyền đau và nhiệt  | Dẫn truyền cảm giác sâu, sờ nong và rung   | Dẫn truyền cảm giác sâu và thông tin về hoạt động đang diễn ra trong neuron trung gian ở tủy gai  |