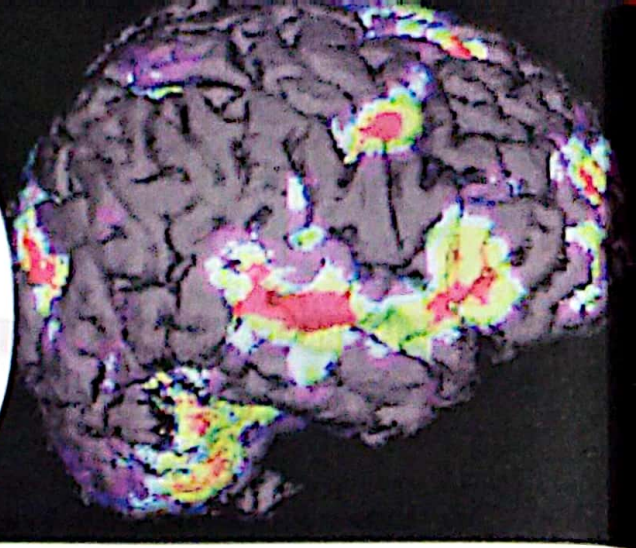


# Các hệ thần kinh



## CÁC KHÁI NIỆM THEN CHỐT

- 49.1 Các hệ thần kinh gồm các vòng neuron và các tế bào đệm
- 49.2 Não động vật có xương sống được biệt hoá theo vùng
- 49.3 Vỏ não điều khiển vận động tùy ý và các chức năng nhận thức
- 49.4 Những thay đổi trong các liên hệ synap tham gia vào trí nhớ và học tập
- 49.5 Các rối loạn hệ thần kinh có thể được giải thích ở góc độ phân tử

## TỔNG QUAN

### Mệnh lệnh và trung tâm điều khiển

**Đ**iều gì xảy ra trong não bạn khi bạn hình dung cái gì đó bằng “con mắt trí tuệ”? Mãi cho đến rất gần đây các nhà khoa học đã có được một chút hy vọng để trả lời câu hỏi đó. Não người có khoảng  $10^{11}$  (100 tỷ) neuron. Các vòng liên hệ nối các tế bào não này phức tạp hơn sự liên hệ của những siêu máy tính phức tạp nhất. Ngoại trừ những lúc nhìn thoáng qua hiếm hoi, ví như trong khi phẫu thuật não, thì những vòng nối của não người mà thậm chí ở quy mô - lớn vẫn còn bị ẩn dấu không nhìn thấy trực tiếp. Nhưng điều đó sẽ không còn là vấn đề nữa, một phần nhờ các công nghệ gần đây có thể ghi được hoạt động của não từ bên ngoài hộp sọ (Hình 49.1).

Hình ảnh trong Hình 49.1 được tạo ra nhờ kỹ thuật hình ảnh cộng hưởng từ chức năng (functional magnetic resonance imaging, fMRI). Trong khi chụp fMRI, đối tượng nằm với đầu đưa vào trong trung tâm của một nam châm có hình vòng tròn kích thước lớn. Khi não được quét bằng các sóng điện từ, những thay đổi về oxygen não nơi não hoạt động tạo ra một tín hiệu có thể ghi lại được. Một máy tính sử dụng để ghi dữ liệu sẽ dựng một bản đồ ba chiều về hoạt động não của đối tượng, giống như được giới thiệu trên Hình 49.1. Có thể làm được những bản ghi này trong khi đối tượng làm nhiều hoạt động, như nói, cử động tay, nhìn vào các bức tranh, hoặc

▲ Hình 49.1 Các nhà khoa học lập bản đồ hoạt động trong não người như thế nào?

tự hình dung một hình ảnh tâm thức về gương mặt của một người. Sau đó các nhà khoa học có thể tìm kiếm một mối tương quan giữa một hoạt động cụ thể và hoạt động ở các vùng não đặc hiệu.

Khả năng cảm nhận và phản ứng có gốc gác từ cả hàng tỷ năm trước ở các sinh vật nhân sơ, chúng có thể phát hiện ra những thay đổi trong môi trường và đáp ứng theo những phương thức nhằm tăng cường sự sống sót và thành đạt sinh sản. Ví dụ, các vi khuẩn duy trì chuyển động theo một hướng nhất định chừng nào chúng còn gặp phải các nồng độ tăng lên của một nguồn thức ăn. Sau này, sự biến đổi của nhận thức đơn giản và các quá trình đáp ứng đã cho các sinh vật đa bào có một cơ chế liên hệ giữa các tế bào của cơ thể. Vào giai đoạn bùng phát kỷ Cambri trên 500 triệu năm trước (xem Chương 32), các hệ thống thần kinh cho phép các động vật cảm giác và chuyển động nhanh chóng đã có thời ấy về cơ bản giống như các dạng hiện nay của chúng.

Trong chương này, chúng ta sẽ thảo luận về tổ chức và tiến hoá của các hệ thống thần kinh của động vật, thám hiểm xem các nhóm neuron hoạt động như thế nào trong các vòng thần kinh chuyên biệt dành cho các hoạt động đặc hiệu. Đầu tiên chúng ta sẽ tập trung vào sự chuyên biệt hoá ở các vùng não của động vật có xương sống. Rồi chúng ta sẽ quay sang vấn đề phương thức mà hoạt động của não tạo ra sự tổ chức và lưu trữ thông tin. Cuối cùng chúng ta sẽ xem xét một số rối loạn của hệ thần kinh đang được nghiên cứu nhiều hiện nay.

## KHÁI NIỆM

## 49.1

### Các hệ thần kinh gồm các vòng neuron và các tế bào đệm

Ở phần lớn các động vật có hệ thống thần kinh, các tập hợp neuron thực hiện các chức năng chuyên biệt. Tuy nhiên, tập hợp như vậy là chưa có ở các động vật xoang tràng (ruột khoang), các động vật đơn giản nhất có các hệ thần kinh. Thủy tức, sứa và các động vật xoang tràng khác có phần thân mình đối xứng toả tròn kiểu nan hoa được

tổ chức xung quanh một khoang dạ dày-mạch (xem Hình 33.5). Ở phần lớn các động vật xoang tràng có chuỗi các tế bào thần kinh nối với nhau tạo thành một **mạng lưới thần kinh (Hình 49.2a)**, chúng điều khiển sự co và giãn của khoang dạ dày-mạch.

Ở các động vật phức tạp hơn, các sợi trục của nhiều tế bào thần kinh được gom lại thành bó, tạo thành các **dây thần kinh**. Các cấu trúc sợi này tạo kênh truyền và tổ chức thông tin truyền dẫn dọc theo các con đường đặc hiệu qua hệ thần kinh. Ví dụ, những con sao biển có một chùm các dây thần kinh toả tròn nan hoa nối với vòng thần kinh trung ương (Hình 49.2b). Ở mỗi cánh, dây thần kinh toả nan được nối với một lưới thần kinh từ đó nó tiếp nhận tín hiệu vào và gửi các tín hiệu tới đó để điều khiển hoạt động vận động. Sự sắp xếp như vậy phù hợp tốt hơn để điều khiển các hoạt động vận động phức tạp hơn là một lưới thần kinh phân tán đơn giản.

Các động vật với phần thân mình đối xứng hai bên và dài có các hệ thần kinh được chuyên biệt hoá hơn nữa. Những động vật như vậy biểu hiện có sự não hoá, một xu hướng tiến hoá về phía hình thành một tập hợp các neuron cảm giác và neuron trung gian tại phần tận cùng phía trước (phía đầu). Có một hoặc hơn các thừng thần kinh mở rộng về phía phần tận sau (lưng) nối các cấu trúc này với các dây thần kinh ở đầu đó trong cơ thể. Ở những con giun không phân đốt, như con giun dẹp đĩa phiến trên Hình 49.2c, một não nhỏ và các thừng thần kinh dọc tạo thành hệ **thần kinh trung ương (TKTU)** đơn giản nhất. Ở một số động vật dạng như vậy, toàn bộ hệ thống thần kinh được cấu tạo chỉ từ một nhóm nhỏ các tế bào, như thấy trong những nghiên cứu về một loài giun không phân đốt khác, giun tròn *C. elegans*. Ở loài này, một con

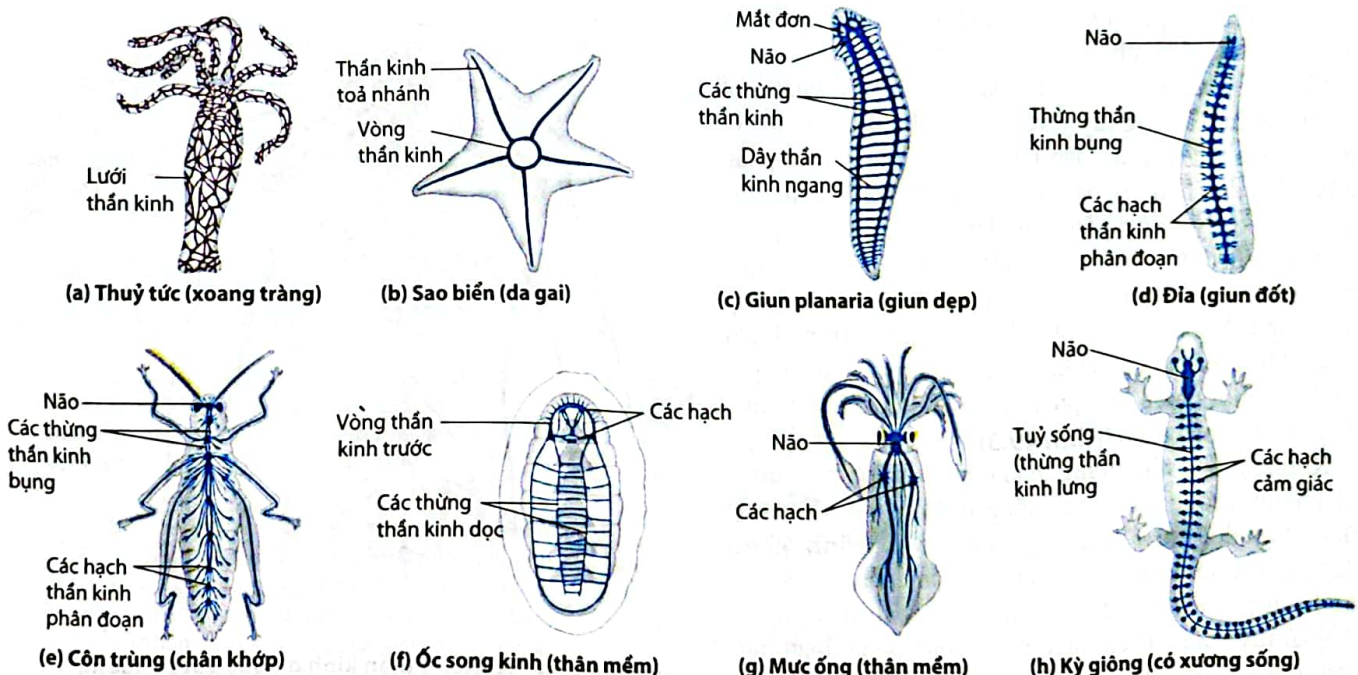
giun trưởng thành chỉ có đúng 302 neuron, không hơn không kém. Các động vật không xương sống phức tạp hơn như các loại giun phân đốt (giun đốt; Hình 49.2d) và các động vật chân khớp (Hình 49.2e), có nhiều neuron hơn. Hành vi của các động vật như vậy được điều hoà bởi các não bộ phức tạp hơn và bởi các thừng thần kinh bụng có chứa các hạch được sắp xếp phân đoạn thành các chùm neuron.

Trong một nhóm động vật, tổ chức của hệ thống thần kinh thường có tương quan với lối sống. Ví dụ, các động vật sống tập đoàn ít di chuyển và thân mềm di chuyển chậm như những con trai và ốc song kinh có các cơ quan cảm giác tương đối đơn giản và có bộ não nhỏ hoặc không có (Hình 49.2f). Ngược lại, các động vật thân mềm săn mồi tích cực, như bạch tuộc và mực ống (Hình 49.2g), có các hệ thần kinh phức tạp nhất trong số các động vật không xương sống, nó thậm chí cạnh tranh về độ phức tạp với cả một số động vật có xương sống. Với các con mắt khá lớn và não bộ chứa hàng triệu neuron, những con bạch tuộc có thể học để phân biệt được giữa các mẫu hình ảnh để thực hiện những hoạt động phức tạp.

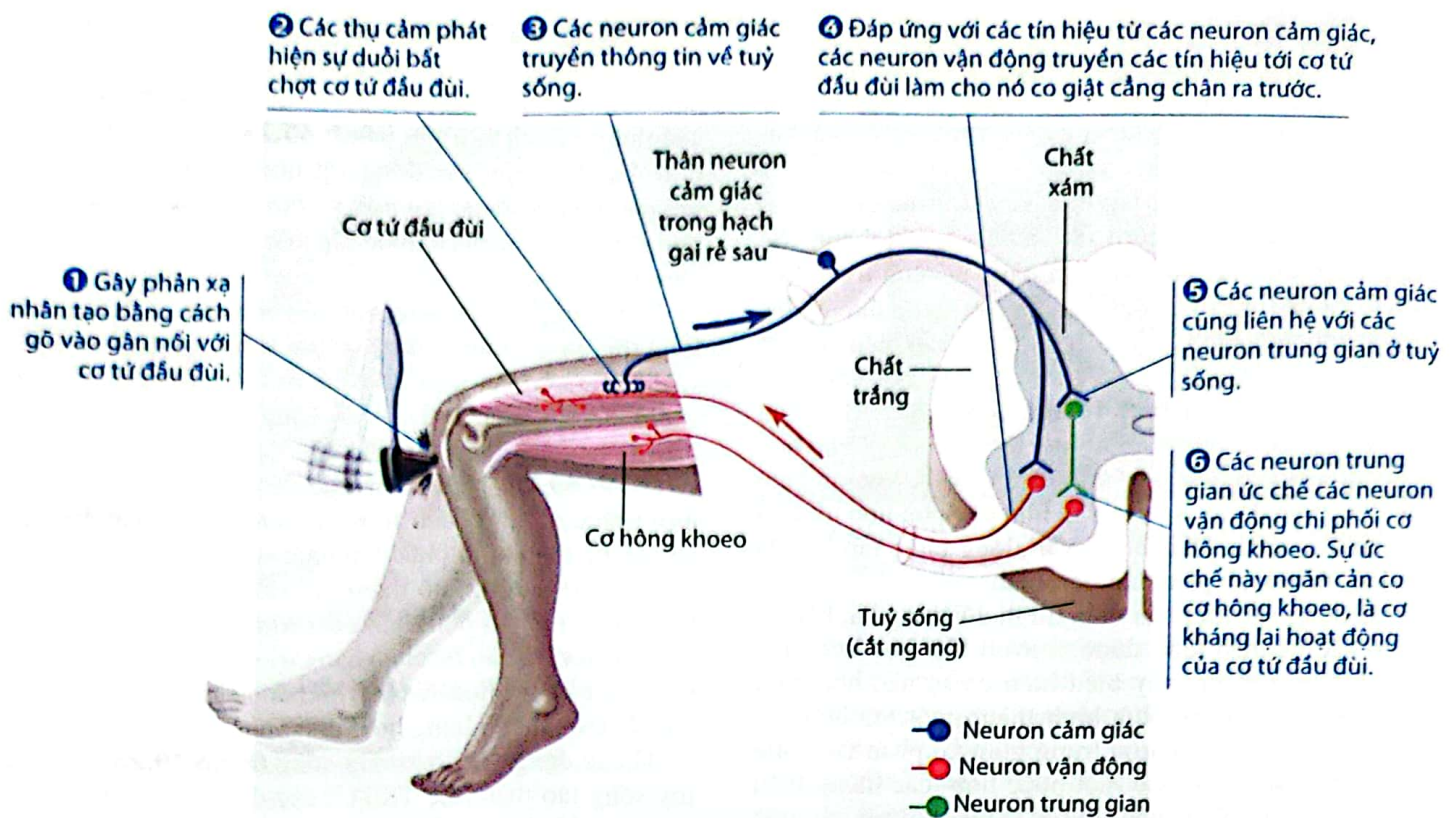
Ở các động vật có xương sống (Hình 49.2h), não và tủy sống tạo thành hệ **TKTU**; các dây thần kinh và các hạch tạo thành **hệ thần kinh ngoại vi (TKNV)**. Sự chuyên biệt khu vực là một đặc trưng của cả hai hệ thống, chúng ta sẽ xem xét sâu thêm trong phần còn lại của chương này.

### Tổ chức hệ thần kinh ở động vật có xương sống

Não và tủy sống của hệ TKTU ở động vật có xương sống được phối hợp chặt chẽ. Não tạo khả năng tích hợp làm



**▲ Hình 49.2** Tổ chức của hệ thống thần kinh. (a) Con thủy tức có các neuron riêng biệt (màu tím) được tổ chức lại thành một lưới thần kinh phân tán. (b-h) Các động vật với các hệ thống thần kinh phức tạp chứa các nhóm neuron (màu xanh lam) được tổ chức thành các dây thần kinh và các hạch và não.



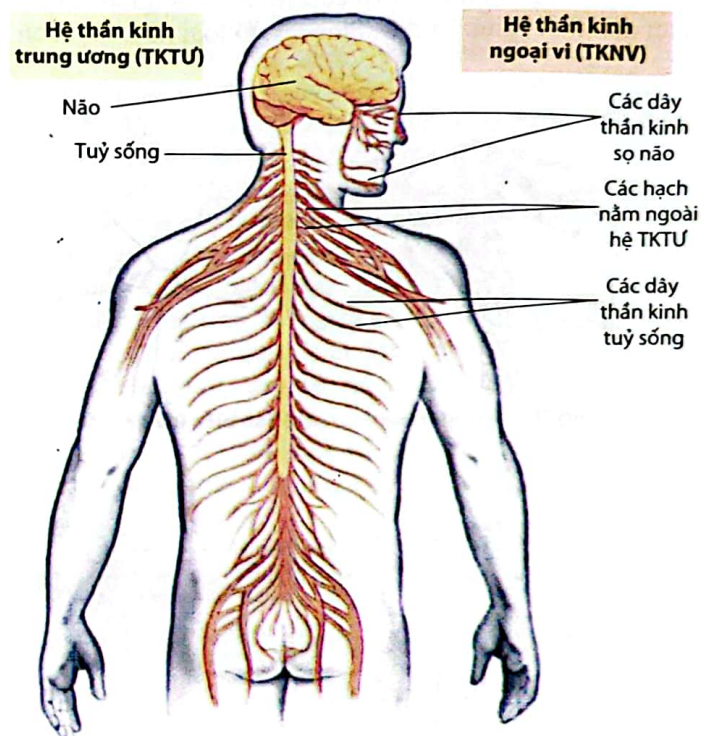
▲ **Hình 49.3 Phản xạ giật đầu gối.** Nhiều neuron liên quan trong phản xạ này, nhưng để đơn giản hoá nên chỉ có một số neuron được trình bày.

cơ sở cho những hành vi phức tạp ở động vật có xương sống. Tủy sống chạy dọc theo phía trong cột sống, nó truyền đạt thông tin đến não và từ não đi ra, và tạo ra các hình thức cơ bản của vận động. Tủy sống cũng hành động độc lập với não như một phần của các vòng thần kinh đơn giản và tạo ra các **phản xạ**, đó là các đáp ứng tự động của cơ thể đối với các kích thích nhất định.

Một phản xạ bảo vệ cơ thể bằng cách kích phát một đáp ứng nhanh không tùy ý với một kích thích cụ thể. Ví dụ, nếu bạn đặt bàn tay bạn lên một vật nóng, một phản xạ bắt đầu kéo bàn tay bạn ngược lại trước khi cảm giác đau được xử lý trong não bạn. Tương tự, nếu khớp gối bạn bị khuỷu đi khi bạn mang một vật nặng, sức căng qua khớp gối kích phát một phản xạ làm co các cơ đùi, giúp bạn đứng thẳng dậy và chống đỡ gánh nặng. Trong kiểm tra sức khỏe, bác sĩ có thể kích thích phản xạ giật đầu gối này bằng một chiếc búa phản xạ để giúp đánh giá chức năng của hệ thần kinh (**Hình 49.3**).

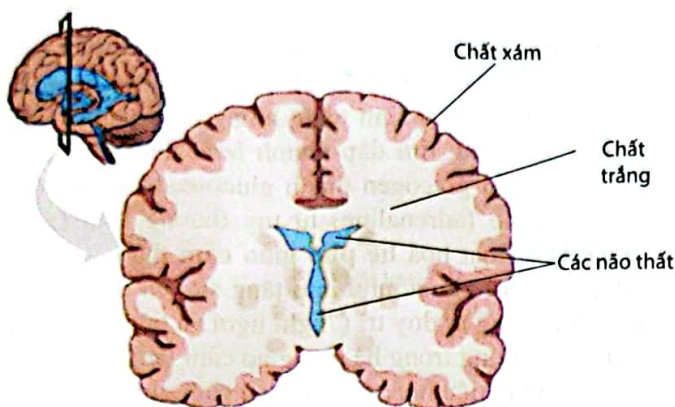
Không giống như thừng thần kinh bụng ở nhiều động vật không xương sống, tủy sống ở động vật có xương sống chạy dọc theo phía lưng của cơ thể (**Hình 49.4**). Mặc dù tủy sống của động vật có xương sống không có các hạch phân đoạn (đốt), nhưng các hạch như vậy có ở ngoài tủy sống. Thêm nữa, sự tổ chức phân đoạn biểu hiện rõ trong sự sắp xếp các neuron trong tủy sống.

Não và tủy sống của các động vật có xương sống có nguồn gốc từ thừng thần kinh phôi thai lưng, đó là phần rỗng - một dấu ấn của dây sống (xem Chương 34). Trong

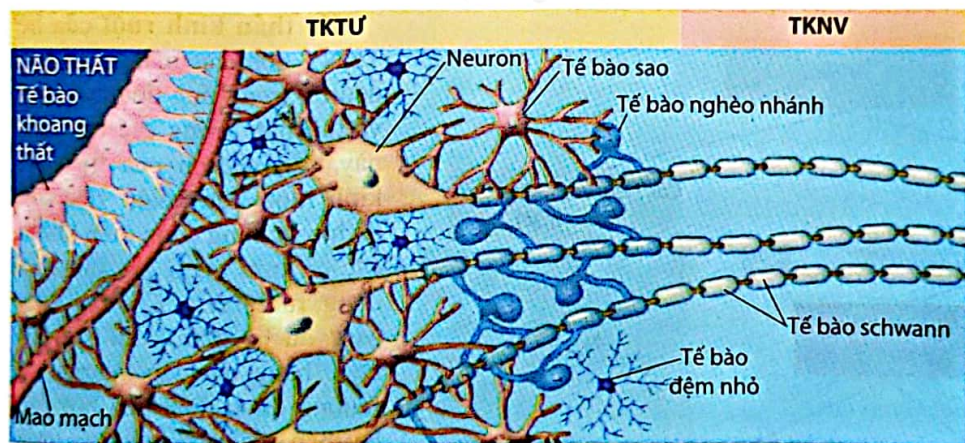


▲ **Hình 49.4 Hệ thống thần kinh ở động vật có xương sống.** Hệ thống thần kinh trung ương gồm não và tủy sống (màu vàng). Các dây thần kinh sọ, dây thần kinh tủy sống và các hạch ở ngoài hệ thần kinh trung ương tạo thành hệ thần kinh ngoại vi (màu vàng đậm).

quá trình phát triển, khoang rỗng của thừng thần kinh phôi thai được chuyển dạng thành ống trung tâm hẹp của tủy sống và các não thất ở não (Hình 49.5). Cả ống trung tâm và bốn não thất được lấp đầy bằng dịch não tủy, và dịch này được hình thành do lọc của máu động mạch trong não. Dịch não tủy lưu hành chậm qua ống trung tâm và các não thất và sau đó chảy vào các tĩnh mạch, nó cung cấp các chất dinh dưỡng, các hormone cho các phần khác nhau của não và mang các chất thải đi. Ở các động vật có vú, dịch não tủy cũng đệm cho não và tủy sống bằng cách luân chuyển giữa các lớp của mô liên kết bao quanh hệ TKTU.

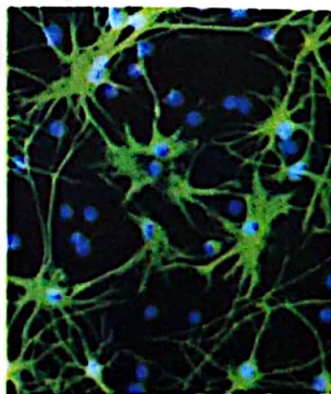


▲ Hình 49.5 Các não thất, chất xám và chất trắng. Các não thất nằm sâu ở phía trong của não chứa dịch não tủy. Phần lớn của chất xám ở trên bề mặt của não và nó bao xung quanh chất trắng.



(a) Các tế bào đệm ở động vật có xương sống gồm các tế bào thành não thất, tế bào sao, tế bào đệm nhỏ, tế bào nghèo nhánh và tế bào Schwann.

(b) Trong lát cắt này đi ngang qua vỏ não ở một động vật có vú, các tế bào màu xanh lục là các tế bào sao được gắn với một kháng thể phát huỳnh quang. Các chấm xanh lam là các nhân của các tế bào sao và các tế bào khác được đánh dấu bằng chất nhuộm màu liên kết với DNA. Thuật ngữ tế bào sao là do hình dạng giống ngôi sao của các tế bào này.



▲ Hình 49.6 Các tế bào đệm trong hệ thần kinh của động vật có xương sống.

Ngoài các khoang không được lấp đầy bằng các dịch này, não và tủy sống còn có chất xám và chất trắng. Chất xám gồm chủ yếu là các thân neuron, các sợi nhánh, và các sợi trục không có myelin. Ngược lại, chất trắng gồm các bó sợi trục có bao myelin, làm cho các sợi trục có màu trắng ngà. Chất trắng trong tủy sống nằm trên mặt ngoài, phù hợp với chức năng của nó về liên kết hệ TKTU với các neuron cảm giác và vận động của hệ TKNV. Như trên Hình 49.5, chất trắng trong não chiếm phần lớn ở mặt trong, phản ánh vai trò truyền tín hiệu giữa các neuron của não trong học tập, nhận cảm các cảm xúc, xử lý thông tin cảm giác, và ra các mệnh lệnh.

### Các tế bào đệm trong hệ TKTU

Các tế bào đệm hiện hữu khắp não và tủy sống của động vật có xương sống phân thành một số các loại khác nhau, và nhiều trong số này được minh họa trên Hình 49.6. Các tế bào thành não thất nằm ở các não thất và có lòng nhỏ để tăng cường lưu thông của dịch não tủy. Các tế bào đệm nhỏ bảo vệ hệ thần kinh khỏi sự xâm nhập của các vi sinh vật. Các tế bào nghèo nhánh có vai trò trong sự myelin hoá của sợi trục, một hoạt động thiết yếu ở hệ thần kinh của động vật có xương sống (xem Chương 48). (Các tế bào Schwann thực hiện chức năng này ở hệ TKNV.)

Trong số các loại tế bào đệm khác nhau, tế bào sao tỏ ra có các chức năng đa dạng. Chúng cung cấp sự hỗ trợ về cấu trúc cho các neuron và điều hoà nồng độ ngoại bào của các ion và các chất truyền thần kinh. Các tế bào sao có thể đáp ứng với hoạt động của các neuron ở xung

quanh bằng cách tạo thuận lợi cho việc truyền thông tin tại các synap và trong một số trường hợp chúng làm tăng giải phóng các chất truyền thần kinh. Các tế bào sao ở kề cận các neuron hoạt hoá làm các mạch máu ở gần dẫn ra, làm tăng dòng máu tới khu vực và làm các neuron thu được oxygen và glucose nhanh chóng hơn. Trong quá trình phát triển, các tế bào sao cảm ứng các tế bào nằm ở các mao mạch trong hệ TKTU để tạo thành các mối nối kín (xem Hình 6.32). Kết quả là hình thành hàng rào máu-não hạn chế sự di qua của phần lớn các chất vào trong hệ TKTU. Sự có mặt của hàng rào này cho phép kiểm soát chặt chẽ môi trường hoá học ngoại bào của não và tủy sống.

Các tế bào đệm toả tròn (không minh họa trong hình) đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển của hệ thần kinh. Ở phôi thai, các tế bào đệm toả tròn tạo thành các dải mà dọc

theo đó các neuron mới sinh di cư tới ống thần kinh - là cấu trúc sẽ hình thành nên hệ TKTU (xem Hình 47.12 và 47.13). Cả các tế bào đệm toả tròn và tế bào sao đều có thể hoạt động như các tế bào gốc sinh ra các neuron và thêm các tế bào đệm. Các nhà nghiên cứu xem các tế bào tiền thân đa tiềm năng này như một phương pháp tiềm năng để thay thế các neuron và các tế bào đệm đã bị mất do tổn thương hoặc bệnh lý, và đây là một chủ đề chúng ta sẽ khám phá sâu thêm trong Khái niệm 49.5.

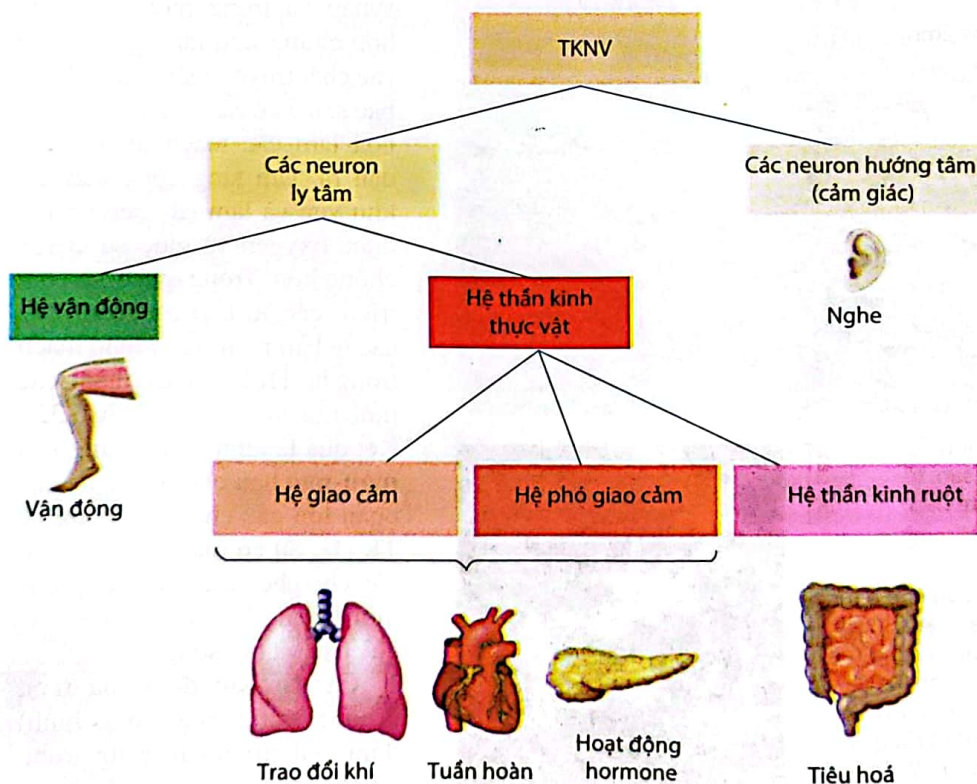
## Hệ thần kinh ngoại vi

Hệ TKNV truyền thông tin tới và từ hệ TKTU và đóng vai trò to lớn trong điều hoà vận động của động vật và nội môi (Hình 49.7). Thông tin cảm giác tới hệ TKTU theo các neuron của hệ TKNV được gọi là *neuron hướng tâm*. Sau quá trình xử lý thông tin trong hệ TKTU, các lệnh sau đó lan truyền tới các cơ, tuyến và các tế bào nội tiết theo các neuron của hệ TKNV được gọi là *neuron ly tâm*.

Về mặt cấu trúc, hệ TKNV của động vật có xương sống gồm các cặp trái-phải của các dây thần kinh sọ, dây thần kinh tuỷ sống và các hạch kết hợp (xem Hình 49.4). Các **dây thần kinh sọ** nối não với các vị trí chủ yếu ở trong các cơ quan của đầu và nửa thân trên. Các **dây thần kinh tuỷ sống** chạy giữa tuỷ sống và các phần của cơ thể phía dưới đầu. Phần lớn các dây thần kinh sọ và tất cả các dây thần kinh tuỷ sống đều có cả các neuron hướng tâm và ly tâm. Có một vài dây thần kinh sọ chỉ là các dây hướng tâm. Ví dụ, dây thần kinh khứu giác, nó nối giữa mũi và não, để chuyển thông tin cảm giác về khứu giác, tức cảm giác về *mùi*.

Như trên Hình 49.7, các nhánh ly tâm của hệ TKNV gồm có hai thành phần chức năng: hệ vận động và hệ thần kinh tự động. **Hệ vận động** gồm các neuron chuyển các tín hiệu tới các cơ vân, chủ yếu là đáp ứng với các kích thích từ bên ngoài. Mặc dù hệ vận động thường xuyên được coi là *túy ý* vì nó được điều khiển chủ động, nhiều hoạt động cơ xương thực tế được điều khiển bởi thân não hoặc bởi các phản xạ được điều hoà bởi *túy sống*. **Hệ thần kinh thực vật** điều hoà *nội môi* qua điều khiển cơ trơn và cơ tim, các cơ quan của các hệ tiêu hoá, tim mạch, bài tiết và nội tiết. Sự điều khiển này thường là không *túy ý*. Ba phân hệ - giao cảm, phó giao cảm và ruột - tập trung thành hệ thần kinh thực vật.

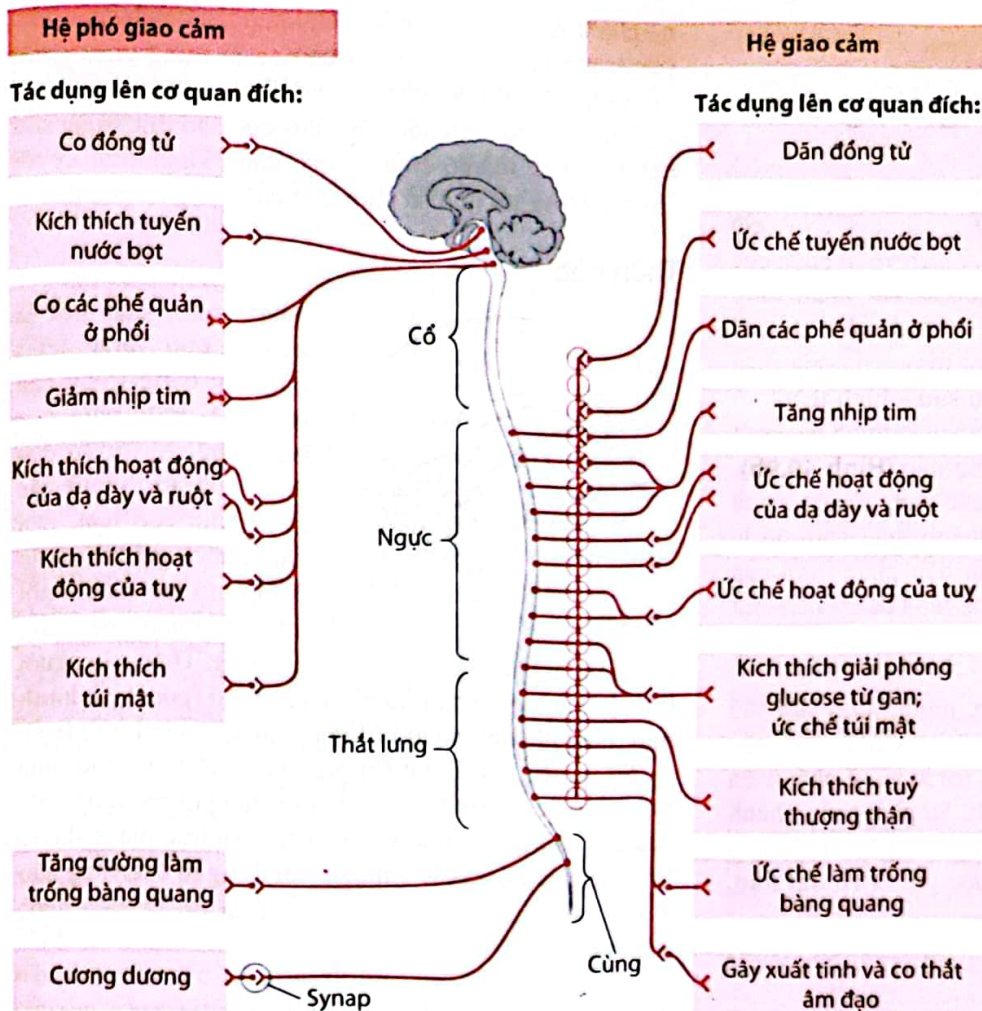
Các phân hệ giao cảm và phó giao cảm của hệ thần kinh tự động có các chức năng đối ngược trong điều hoà chức năng cơ quan (Hình 49.8). Hoạt hoá của hệ **giao cảm** làm thức tỉnh và sinh năng lượng (đáp ứng “chiến hay chạy”). Ví dụ, tim đập nhanh hơn, tiêu hoá bị ức chế, gan chuyển glycogen thành glucose, và kích thích tiết epinephrine (adrenaline) từ *túy thượng thận* (xem Chương 45). Hoạt hoá hệ **phó giao cảm** thường tạo ra các đáp ứng đối ngược như làm tăng sự yên tĩnh và trở về các chức năng tự duy trì (“nghỉ ngơi và tiêu hoá”). Ví dụ, tăng hoạt động trong hệ phó giao cảm làm giảm nhịp tim, tăng cường tiêu hoá, và tăng sản sinh glycogen. Tuy nhiên, trong điều hoà hoạt động sinh sản, hệ phó giao cảm lại hỗ trợ chứ không đối kháng với hệ giao cảm (xem Hình 49.8). Các chức năng chung của các hệ giao cảm và phó giao cảm được phản ánh trong vị trí các neuron ở mỗi hệ và các chất truyền thần kinh mà các neuron này giải phóng (Bảng 49.1).



▲ **Hình 49.7** Trật tự chức năng của hệ thần kinh ngoại vi của động vật có xương sống. Các cơ quan đại diện và các hoạt động được minh hoạ cho mỗi nhánh.

**Hệ thần kinh ruột** của hệ TKNV gồm các mạng lưới các neuron trong ống tiêu hoá, *túy* và *túi mật*. Trong các cơ quan này, các neuron của hệ thần kinh ruột điều khiển việc tiết dịch, và chúng cũng điều khiển các cơ trơn tham gia vào nhu động ruột (xem Chương 41). Mặc dù hệ thần kinh ruột có chức năng độc lập, nhưng nó thường được điều hoà bởi các hệ thần kinh giao cảm và phó giao cảm.

Các hệ vận động và hệ thần kinh tự động thường phối hợp trong việc duy trì cân bằng nội môi. Ví dụ, trong đáp ứng với sự giảm thân nhiệt, vùng dưới đồi ra tín hiệu cho hệ thần kinh tự động làm co mạch máu, làm giảm sự mất nhiệt. Đồng thời, vùng dưới đồi cũng ra tín hiệu cho hệ vận động làm run rẩy, điều này làm tăng sản sinh nhiệt.



**Hình 49.8** Các hệ thần kinh giao cảm và phó giao cảm của hệ thần kinh thực vật. Phần lớn các con đường ở mỗi hệ gồm có các neuron trước hạch (có các thân tế bào trong hệ TKTU) và các neuron sau hạch (có thân tế bào trong các hạch trong hệ TKNV).

**?** Phần lớn các tổ chức được điều hoà bởi hệ thần kinh thực vật nhận các tín hiệu giao cảm và phó giao cảm đi vào từ các neuron sau hạch. Các phản ứng thường là tại chỗ. Ngược lại, tụy thượng thận nhận đầu vào từ hệ giao cảm và chỉ từ các neuron trước hạch. Tuy nhiên, các đáp ứng lại thấy ở khắp cơ thể. Hãy giải thích.

| <b>Bảng 49.1 Các đặc điểm của các neuron giao cảm và phó giao cảm</b> |                                            |                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                                                                       | <b>Hệ phó giao cảm</b>                     | <b>Hệ giao cảm</b>                                        |
| <b>Các neuron tiền hạch</b>                                           |                                            |                                                           |
| Vị trí                                                                | Thân não, phần tủy cùng                    | Phần tủy ngực và thắt lưng                                |
| Chất truyền thần kinh được giải phóng                                 | Acetylcholine                              | Acetylcholine                                             |
| <b>Các neuron hậu hạch</b>                                            |                                            |                                                           |
| Vị trí                                                                | Các hạch ở gần hoặc trong các cơ quan đích | Các hạch ở gần các cơ quan đích hoặc chuỗi hạch cạnh sống |
| Chất truyền thần kinh được giải phóng                                 | Acetylcholine                              | Norepinephrine                                            |

#### KIỂM TRA KHÁI NIỆM **49.1**

- Hệ nào của hệ thần kinh tự động của bạn chắc chắn bị hoạt hoá nếu bạn biết rằng một kỳ thi mà bạn đã quên mất sẽ bắt đầu trong vòng 5 phút tới? Giải thích câu trả lời của bạn.
- Các hệ giao cảm và phó giao cảm của hệ TKNV (xem Hình 49.8 và Bảng 49.1) sử dụng cùng chất truyền thần kinh tại các tận cùng axon của các neuron tiền hạch, nhưng lại khác về chất truyền đạt tại các tận cùng axon của các neuron sau hạch. Điều khác nhau này có thể tương quan như thế nào với chức năng của các sợi trục mang tín hiệu vào và ra khỏi các hạch trong hai hệ?
- ĐIỀU GÌ NẾU?** Giả sử bạn bị một tai nạn làm tổn thương một sợi thần kinh nhỏ có tác dụng làm vận động một số ngón tay của bàn tay phải. Bạn liệu có mong đợi một tác động lên cảm giác từ các ngón đó?

Câu trả lời có trong Phụ lục A.

## Não động vật có xương sống được biệt hoá theo vùng

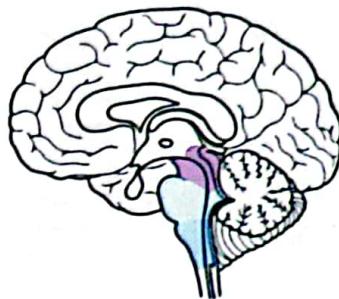
Đã quan tâm về tổ chức của tuỷ sống và hệ TKNV, giờ chúng ta quay về với não. Trong bàn luận về tổ chức của não, các nhà sinh học thường đề cập tới các phân vùng biểu hiện rõ tại các giai đoạn của phát triển phôi thai. Ở các động vật có xương sống, ba lối trước của ống thần kinh - **não trước**, **não giữa** và **não sau** - hình thành rõ khi phôi phát triển (**Hình 49.9a**). Vào tuần thứ 5 của phát triển phôi thai ở người có năm vùng não (**Hình 49.9b**). Ba trong số các vùng não này - là các vùng phát triển từ não giữa và não sau - phát triển thành thân não, đó là một nhóm các cấu trúc hình thành nên phần dưới của não (**Hình 49.9c**). Phần não sau cũng hình thành nên một trung khu chính của não, đó là tiểu não, và cấu trúc này không thuộc thân não.

Khi sự phát sinh phôi tiến diễn, những thay đổi sâu sắc nhất trong não người xảy ra ở não trước hay **não tặn** (*telencephalon*), là vùng thuộc não trước và sẽ phát triển thành **đại não** ở người trưởng thành. Sự phát triển nhanh chóng và rộng rãi của não trước trong tháng thứ hai và ba tạo nên phần ngoài của đại não, được gọi là **vỏ đại não**,

nó phủ trùm và bao quanh phần lớn phần còn lại của não. Các trung khu chính phát triển từ não trung gian là đôi thị, vùng dưới đồi và vùng trên đồi thị.

Khi khảo sát về chức năng của các cấu trúc trong não người trưởng thành, chúng ta sẽ tham khảo định kỳ tới **Hình 49.9** và tới lịch sử phôi thai của vùng não cụ thể.

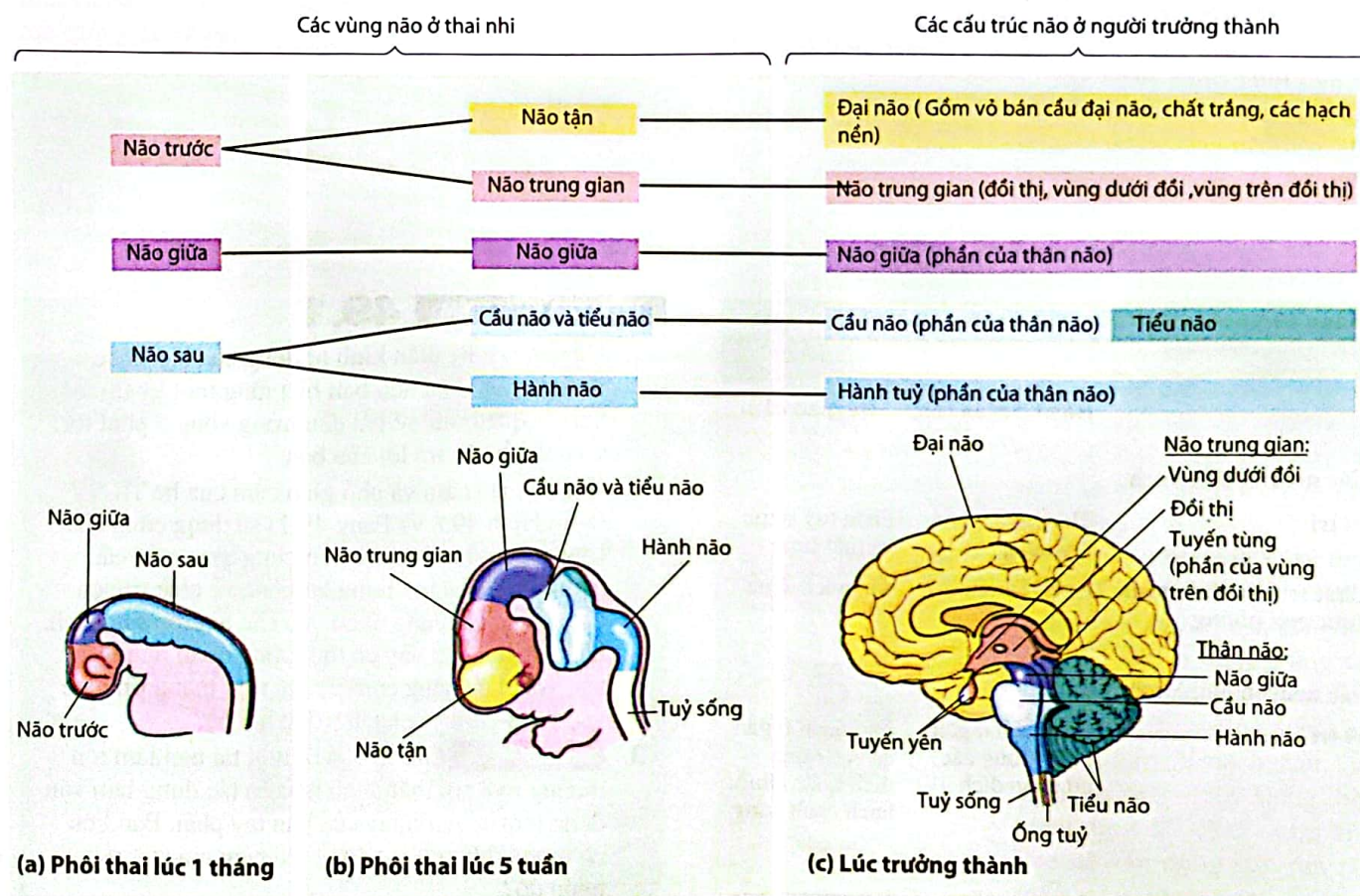
### Thân não



**Thân não**, còn gọi là **cuống não** (brainstem) có chức năng trong cân bằng nội môi, phối hợp vận động, và truyền dẫn thông tin tới và từ các trung khu cao hơn. Đôi khi được gọi là “**não dưới**”, nó tạo thành một thân với phần xoè giống

hình mũ tại phần tặn trước của tuỷ sống. Thân não người trưởng thành gồm có **não giữa**, **cầu não** (pons), và **hành não** (medulla oblongata) (thường được gọi là **hành tuỷ**).

Sự truyền đạt thông tin giữa hệ TKNV và não giữa và não trước là một trong các chức năng quan trọng nhất của cầu não và hành não. Tất cả các sợi trục mang thông tin cảm giác tới và các chỉ dẫn vận động từ các vùng não



▲ **Hình 49.9** Phát triển của não người.

cao hơn truyền qua thân não. Cầu và hành não cũng giúp phối hợp các vận động thân thể rộng rãi, như chạy và leo trèo. Khi mang các chỉ dẫn về các vận động này từ các thân tế bào ở não giữa và não trước tới các synap ở tủy sống, phần lớn các sợi trục bắt chéo ở hành não từ một phía của hệ TKTU tới phía bên kia. Như vậy, phần não bên phải điều khiển chính vận động nửa trái của cơ thể, và ngược lại.

Não giữa có các trung khu tiếp nhận và tích hợp một số loại thông tin cảm giác. Nó cũng gửi các thông tin cảm giác đã được mã hoá theo các neuron tới các vùng đặc hiệu của não trước. Tất cả các sợi trục cảm giác liên quan tới thính giác hoặc tận hết ở não giữa hoặc đi qua đó trên đường tới bán cầu. Ở các động vật có xương sống không thuộc loài có vú, các phần của não giữa tạo thành các thụ thể thị giác chính mà trong một số trường hợp là các trung khu thị giác duy nhất ở động vật đó. Ở các động vật có vú, thị giác được tích hợp trong bán cầu não, chứ không phải ở não giữa. Não giữa lại phối hợp các phản xạ thị giác, như các phản xạ thị giác ngoại vi: quay đầu về hướng đối tượng đang tiến đến từ một phía mà không cần não đã hình thành được một hình ảnh về đối tượng.

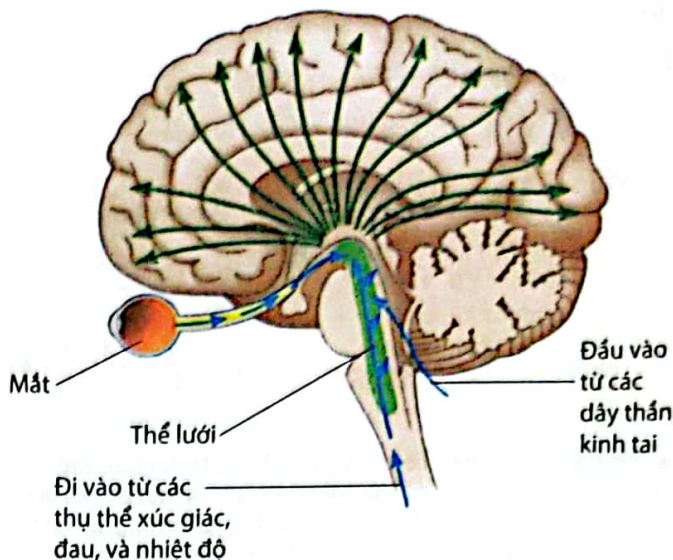
Các tín hiệu từ thân não tác động tới sự chú ý, cảnh giác, thèm muốn và động lực. Hành não có các trung khu điều khiển một số chức năng cân bằng nội môi và tự động, bao gồm hoạt động thở và tim mạch, nuốt, nôn và tiêu hoá. Cầu não cũng tham gia vào một số các hoạt động này; ví dụ như nó điều hoà các trung khu thở ở hành não (xem Hình 42.27). Các hoạt động này của thân não dựa vào các sợi trục đi tới nhiều vùng của vỏ bán cầu đại não và tiểu não, làm giải phóng các chất truyền thần kinh như norepinephrine, dopamine, serotonin và acetylcholine.

### Thức và ngủ

Bất kỳ một ai đã bị ngủ gật khi đang nghe một bài giảng (hoặc đang đọc một cuốn sách) đều biết là, sự chú ý và cảnh giác tinh thần có thể thay đổi rất nhanh chóng. Những chuyển biến như vậy được điều hoà bởi thân não và đại não, chúng kiểm soát cả thức và ngủ. Thức là một trạng thái nhận biết được về thế giới bên ngoài. Ngủ là một trạng thái mà trong đó các kích thích ngoại cảnh được tiếp nhận nhưng không được nhận biết một cách có ý thức.

Thân não có một số trung khu điều khiển thức và ngủ. Một trung khu điều hoà như thế là **thể lưới** (reticular formation), là một mạng lưới phân tán các neuron nằm ở trung tâm của thân não (**Hình 49.10**). Hoạt động như một bộ lọc cảm giác, thể lưới xác định thông tin nào đi vào được tới vỏ não. Vỏ não tiếp nhận càng nhiều thông tin, người đó càng thức tỉnh và nhận biết, mặc dù não vẫn thường bỏ qua một số kích thích nhất định trong khi xử lý tích cực các thông tin đầu vào khác. Ngủ và thức đều được điều hoà bởi các phản đặc hiệu của thân não: cầu và hành não có các trung khu gây ngủ khi được kích thích, và não giữa có một trung khu gây thức tỉnh.

Tất cả các động vật có vú và chim đều có các chu kỳ thức/ngủ. Melatonin, một hormone được tuyến tùng chế tiết đóng một vai trò quan trọng trong các chu kỳ này. Như bạn đã đọc ở Chương 45, đỉnh tiết melatonin xảy



▲ **Hình 49.10 Thể lưới.** Hệ thống các neuron này phân bố qua toàn vùng trung tâm của thân não làm nhiệm vụ lọc thông tin cảm giác đầu vào (các mũi tên xanh dương), ngăn chặn thông tin quen thuộc và lặp lại được đi vào hệ thần kinh một cách đều đặn, hằng định. Nó gửi các thông tin đầu vào đã được chọn lọc tới vỏ não (các mũi tên xanh lục).

ra vào ban đêm. Melatonin cũng đã được đề xuất như một chất bổ sung vào thức ăn để điều trị các rối loạn giấc ngủ, như rối loạn kết hợp với mệt mỏi sau chuyến bay, mất ngủ, rối loạn cảm xúc theo mùa và trầm cảm. Melatonin được tổng hợp từ serotonin, tự nó có thể là một chất truyền thần kinh của các trung khu tạo giấc ngủ. Serotonin được tổng hợp từ amino acid tryptophan. Mặc dù protein trong sữa có chứa hàm lượng tryptophan tương đối cao, nhưng vẫn chưa chắc chắn rằng liệu uống sữa vào giờ đi ngủ có làm tăng tạo serotonin và melatonin và hỗ trợ giấc ngủ hay không.

Mặc dù chúng ta biết rất ít về chức năng của giấc ngủ, nhưng có điều rất rõ ràng giấc ngủ là thiết yếu cho sự sống còn. Trái ngược với biểu hiện, giấc ngủ là một trạng thái tích cực, tối thiểu cũng là cho não. Bằng cách đặt các điện cực tại nhiều vị trí trên da đầu, chúng ta có thể ghi được các dạng hoạt động điện được gọi là các sóng não trên điện não đồ (electroencephalogram, EEG). Những bản ghi này cho thấy là tần số các sóng não thay đổi khi não đi qua các giai đoạn khác nhau của giấc ngủ. Một giả thiết là giấc ngủ và các giấc mơ có liên quan tới sự củng cố học tập và trí nhớ: các thực nghiệm cho thấy là các vùng não hoạt động trong học tập có thể cũng hoạt hoá trong giấc ngủ.

Một số động vật biểu hiện những thích nghi mang tính tiến hoá cho phép chúng hoạt động cả trong giấc ngủ. Ví dụ, cá heo mỏ nhọn vừa bơi vừa ngủ và vừa nổi lên mặt nước để hít không khí. Làm sao chúng có thể điều khiển được điều độc đáo này? Một bằng chứng quan trọng từ nhà sinh lý học người Mỹ John Lilly, vào năm 1964 đã quan sát thấy các cá heo ngủ với một mắt mở và một mắt nhắm. Như ở người và các động vật có vú khác, não trước của cá heo được chia theo chức năng và cấu trúc thành hai nửa là bán cầu trái và phải. Lilly đã cho rằng cá heo đang ngủ với một mắt nhắm có thể hàm ý rằng chỉ có một bên não đã ngủ. Năm 1977, nhà khoa học người Nga

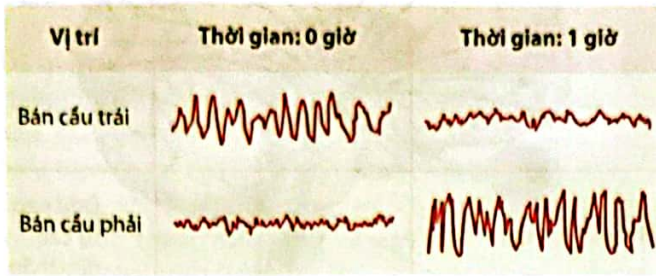
## Chú thích



Đặc điểm các sóng chậm trong giấc ngủ



Đặc điểm các sóng nhanh trong giấc ngủ

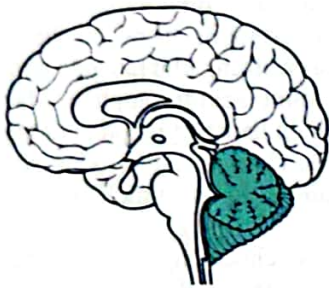


### ▲ Hình 49.11 Cá heo có thể vừa ngủ vừa thức cùng lúc.

Các bản ghi EEG tách biệt cho hai nửa não của một con cá heo. Hoạt động tần số thấp được ghi ở một bán cầu trong khi hoạt động tần số cao đặc trưng cho trạng thái thức được ghi ở bán cầu kia.

Lev Mukhametov đã kiểm tra giả thiết của Lilly bằng cách ghi điện não từ mỗi bán cầu của các cá heo đang ngủ (Hình 49.11). Sự phát hiện của Mukhametov chứng minh rằng các cá heo thực sự ngủ chỉ với một bán cầu tại một thời điểm.

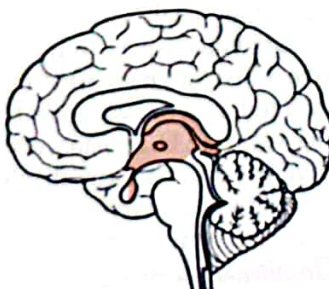
## Tiểu não



**Tiểu não (cerebellum)** phát triển từ một phần của não sau (xem Hình 49.9), nó phối hợp các vận động và thăng bằng. Tiểu não tiếp nhận thông tin cảm giác về vị trí của các khớp và độ dài của cơ cũng như thông tin đi vào từ các hệ thống thính giác

(nghe) và thị giác. Nó cũng kiểm tra các mệnh lệnh vận động do vỏ não phát ra. Thông tin từ vỏ não trước tiên đi tới cầu não và từ đó đi tới tiểu não. Tiểu não tích hợp thông tin này để đưa ra sự phối hợp và kiểm tra lỗi trong chức năng vận động và cảm nhận. Sự phối hợp mắt-tay là một ví dụ về điều khiển của tiểu não; nếu tiểu não bị tổn thương, mắt không thể dõi theo một vật đang chuyển động, nhưng chúng sẽ không dừng lại cùng vị trí với vật đó. Vận động tay hướng về phía vật đó cũng sẽ bị sai lệch. Tiểu não cũng giúp học tập và nhớ các kỹ năng vận động.

## Não trung gian



**Não trung gian (diencephalon)** phối thai - là phần vùng não trước được tiến hoá sớm nhất trong lịch sử của động vật có xương sống - phát triển thành ba vùng não trưởng thành: đồi thị (thalamus), vùng dưới đồi

(hypothalamus) và vùng trên đồi thị (epithalamus) (xem Hình 49.9). Đồi thị và vùng dưới đồi là các trung khu tích hợp chính và chúng hoạt động như các trạm chuyển tiếp dòng thông tin trong cơ thể. Vùng *trên đồi thị* bao gồm tuyến tùng, nơi sinh melatonin. Nó cũng có một trong số các cuộn mao mạch tạo ra dịch não tủy từ máu.

**Đồi thị (thalamus)** là trung tâm đầu vào chính với thông tin cảm giác tới vỏ não. Thông tin đi vào từ tất cả các cảm giác được lọc ở đồi thị và gửi tới các trung khu vỏ não phù hợp để xử lý tiếp. Đồi thị cũng tiếp nhận đầu vào từ vỏ não và các phần khác của não và điều hoà cảm xúc và thức tỉnh. Đồi thị được tạo thành bởi hai khối, mỗi khối có kích thước và hình dáng giống như một quả óc chó.

**Vùng dưới đồi (hypothalamus)** nhỏ hơn đồi thị nhiều và là một trong số các vùng não quan trọng nhất trong việc điều hoà cân bằng nội môi. Như đã bàn luận trong Chương 40 và 45, vùng dưới đồi có bộ phận điều nhiệt của cơ thể cũng như các trung khu điều hoà đói, khát, và nhiều cơ chế sống còn khác. Vùng dưới đồi là gốc của các hormone tuyến sau tuyến yên và của các hormone giải phóng tác động lên tuyến trước tuyến yên (xem Hình 45.15 và 45.17). Ngoài ra, các trung khu vùng dưới đồi cũng có vai trò trong các hành vi kết đôi và tính dục, đáp ứng chiến hay chạy, và cảm giác vui sướng.

### Điều hoà đồng hồ sinh học do vùng dưới đồi

Các dây thần kinh chuyên biệt trong vùng dưới đồi điều hoà nhịp ngày đêm, tức các chu kỳ trong ngày của hoạt động sinh học. Các chu kỳ như vậy xảy ra ở các sinh vật từ vi khuẩn tới nấm, cây, côn trùng, chim và người (xem Chương 39 và 51). Ở các động vật có vú, các chu kỳ được điều khiển bởi vùng dưới đồi có ảnh hưởng tới một số quá trình sinh lý, bao gồm ngủ, nhiệt độ cơ thể, đói và giải phóng hormone. Như ở các sinh vật khác, nhịp ngày đêm ở động vật có vú phụ thuộc vào một **đồng hồ sinh học**, đó là một cơ chế phân tử điều khiển sự biểu hiện gene và hoạt động tế bào một cách tuần hoàn. Mặc dù các đồng hồ sinh học thường được đồng bộ hoá thành các chu kỳ sáng và tối trong môi trường, chúng có thể duy trì chu kỳ 24 giờ, thậm chí cả khi không có các dấu mốc của môi trường. Ví dụ như người được giữ trong môi trường hằng định bậc lộ một độ dài chu kỳ là 24,2 giờ, với sự thay đổi rất nhỏ giữa các cá nhân.

Ở động vật có vú, nhịp ngày đêm được điều phối bởi một nhóm các neuron trong vùng dưới đồi có tên là **nhân trên chéo thị (suprachiasmatic nucleus, SCN)**. (Các tập hợp của neuron ở hệ TKTU được gọi là "nhân"). Đáp ứng với sự truyền đạt thông tin cảm giác qua mắt, nhân trên chéo thị hoạt động như một bộ tạo nhịp, đồng bộ hoá đồng hồ sinh học trong các tế bào trên toàn cơ thể thành các chu kỳ tự nhiên với độ dài của ngày. Phẫu thuật loại bỏ nhân trên chéo thị ở các động vật thực nghiệm, các nhà khoa học đã chứng minh rằng nhân trên chéo thị là cần thiết cho nhịp ngày đêm: các động vật không có nhân trên chéo thị biểu hiện không có tính nhịp trong các hành vi và trong hoạt động điện của não. Tuy nhiên, các thực nghiệm này đã không phát hiện được liệu các nhịp có phải phát nguyên ở nhân trên chéo thị hay ở đâu khác nữa. Năm 1990, Michael Menaker và cộng sự tại Đại học Virginia đã trả lời câu hỏi này với sự hỗ trợ của một đợt

biến làm thay đổi nhịp ngày đêm của chuột đồng (Hình 49.12). Bằng cách ghép mô não giữa chuột đồng bình thường và chuột đồng đột biến, các nhà khoa học này đã có thể chứng minh rằng nhân trên chéo thị quyết định nhịp ngày đêm của toàn bộ động vật.

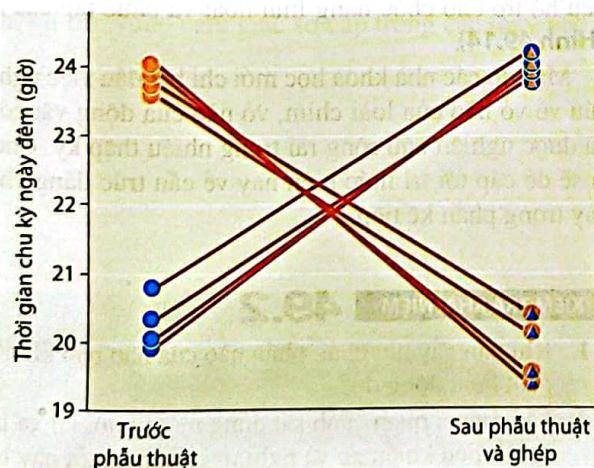
### ▼ Hình 49.12 Tim hiểu

#### Tế bào nào điều khiển nhịp ngày đêm ở các động vật có vú?

**THÍ NGHIỆM** Đột biến  $\tau$  (tau) làm thay đổi chu kỳ của nhịp ngày đêm trên chuột đồng. Trong khi các chuột đồng bình thường có một chu kỳ 24 giờ khi không có các dấu mốc ngoại cảnh, các chuột đồng đồng hợp tử với đột biến  $\tau$  có chu kỳ chỉ có 20 giờ. Để xác định liệu nhân trên chéo thị có điều khiển nhịp ngày đêm không, Michael Menaker và các cộng sự đã phẫu thuật loại bỏ nhân trên chéo thị trên các chuột đồng bình thường và đột biến  $\tau$ . Vài tuần sau đó, mỗi chuột này nhận một nhân trên chéo thị được ghép từ một chuột đồng có kiểu gene đối lập.

**KẾT QUẢ** Ở 80% số chuột đồng mà nhân trên chéo thị đã bị phá hủy, việc ghép nhân trên chéo thị đã khôi phục lại hoạt động nhịp. Với các chuột đồng mà nhịp đã được khôi phục, hiệu quả chung của hai quy trình (phá hủy nhân và thay thế nhân) lên nhịp ngày đêm được lập thành đồ thị dưới đây. Mỗi trong số tám đường đại diện cho sự thay đổi trong chu kỳ ngày đêm quan sát được ở một chuột đồng.

- Chuột đồng lành, đồng hợp
- Chuột đồng  $\tau$
- Chuột đồng lành với nhân trên chéo thị từ chuột đồng  $\tau$
- Chuột đồng  $\tau$  có nhân trên chéo thị từ chuột đồng lành, đồng hợp

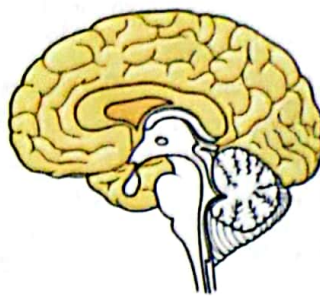


**KẾT LUẬN** Các tế bào liên quan với nhân trên chéo thị quyết định thời khoảng của nhịp ngày đêm.

**NGUỒN** M. R. Ralph, M. Menaker, et al., Transplanted suprachiasmatic nucleus determines circadian period, *Science* 247:975-978 (1990).

**ĐIỀU GÌ NẾU?** Giả sử rằng bạn đã xác định được một đột biến ở chuột đồng bị làm mất đi hoạt động mang tính nhịp. Bạn có thể sử dụng đột biến này như thế nào trong các thực nghiệm cấy ghép với các chuột đồng bình thường và chuột đột biến  $\tau$  để minh chứng rằng sự đột biến đã ảnh hưởng tới chức năng tạo nhịp của nhân trên chéo thị?

### Dại não



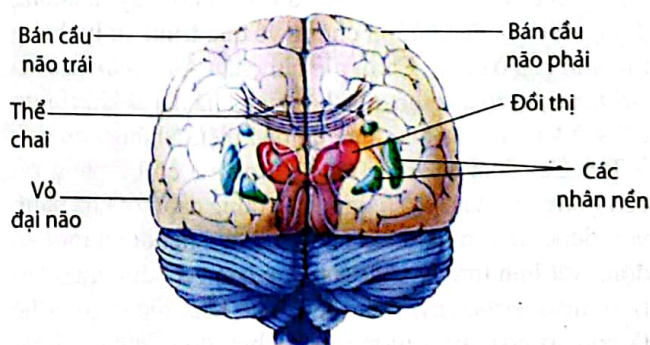
Ở các động vật có vú, xử lý thông tin được tập trung chủ yếu ở đại não (cerebrum). Đại não phát triển từ não trước của phôi thai, một phần phát triển tự nhiên của não trước được phát triển sớm trong quá trình tiến hoá

của động vật có xương sống như là một vùng hỗ trợ cho tiếp nhận khứu giác cũng như xử lý thông tin thị giác và thính giác. Đại não được chia thành hai bán cầu não phải và trái. Mỗi bán cầu có một vỏ chất xám phủ ngoài, đó là vỏ não; chất trắng bên trong và các nhóm neuron được gọi chung là các nhân nền, chúng nằm sâu trong chất trắng (Hình 49.13). Các nhân nền là các trung khu quan trọng cho các chuỗi lập kế hoạch và vận động, học tập. Tổn thương ở vùng não này trong quá trình phát triển phôi thai có thể gây ra liệt não, một tổn thương làm dứt đoạn các mệnh lệnh vận động đưa tới cơ.

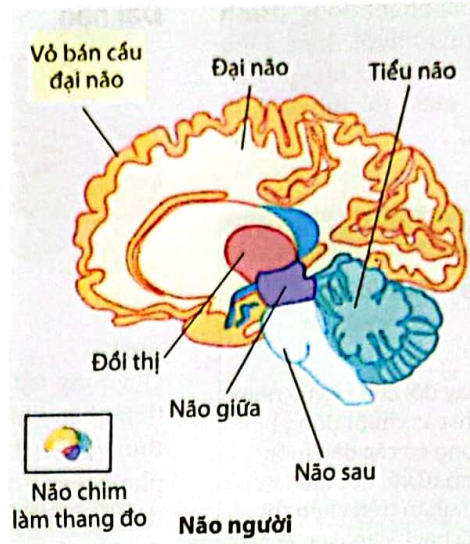
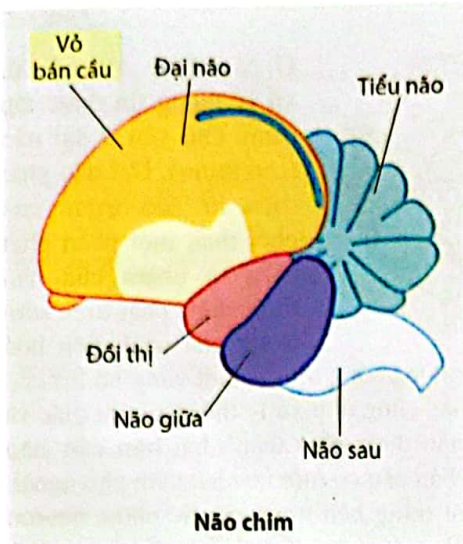
Vỏ não ở động vật có vú rất rộng, nó thiết yếu cho sự nhận biết, vận động chủ động và học tập. Ở người, nó chiếm khoảng 80% khối lượng của toàn não và được cuộn gấp rất nhiều (xem Hình 49.13). Các cuộn não này cho phép vỏ não có diện tích rộng mà vẫn đặt vừa vào trong hộp sọ: độ dày chỉ dưới 5 mm, nhưng nó có diện tích xấp xỉ 1.000 cm<sup>2</sup>.

Như phần còn lại của đại não, vỏ não được chia thành bên phải và bên trái, mỗi nửa chịu trách nhiệm cho một nửa đối diện của cơ thể. Nửa trái của vỏ não tiếp nhận thông tin từ và điều khiển vận động của nửa phải của cơ thể, và ngược lại. Một dải dày các sợi trục gọi là thể chai (corpus callosum) cho phép vỏ não phải và trái liên lạc với nhau (xem Hình 49.13).

Nếu tổn thương xảy ra với vỏ não sớm trong quá trình phát triển, các chức năng bình thường của vùng bị tổn thương thường nằm ở đầu đó. Một ví dụ đáng nói tới của hiện tượng này do điều trị cho những trường hợp động kinh nặng, một tình trạng gây ra các giai đoạn rối



▲ Hình 49.13 Não người nhìn từ phía sau. Thể chai và các nhân nền không nhìn thấy trên bề mặt vì chúng bị che hoàn toàn bởi bán cầu não phải và trái. Cấu trúc có màu xanh lam nhạt là tiểu não.



◀ **Hình 49.14 So sánh các vùng não cho hoạt động nhận thức cao cấp ở não chim và não người.** Mặc dù khác về cấu trúc, vỏ não của não chim (thiết đồ bên trái) và vỏ não của người (thiết đồ bên phải) có cùng vai trò trong các hoạt động nhận thức cao cấp và tạo nhiều liên hệ tương tự với các cấu trúc não khác.

loạn điện não hoặc động kinh. Ở những trẻ em mà bị ảnh hưởng nặng nề như vậy và không đáp ứng với thuốc, đôi khi phải loại bỏ toàn bộ một bán cầu não. Lạ lùng thay, sự phục hồi gần như hoàn toàn. Bán cầu còn lại thực tế đảm đương phần lớn các chức năng vốn bình thường là do hai bán cầu đảm nhiệm, mặc dù là một phía của cơ thể yếu hơn nửa kia nhiều. Thậm chí ở trên người trưởng thành, tổn thương tới một phần của vỏ não có thể kích phát sự phát triển hoặc sử dụng các vòng thần kinh mới dẫn tới khôi phục lại được chức năng ở một số trường hợp.

### Tiến hoá của nhận thức ở động vật có xương sống

Ở người, phần ngoài cùng của vỏ đại não tạo thành *vỏ não mới* có sáu lớp neuron xếp song song theo chiều tiếp tuyến với bề mặt não. Có một ý niệm lâu nay là vỏ não mới được cuộn nhiều nếp là cần thiết cho hoạt động *nhận thức cao cấp* - là sự cảm nhận và lý trí kiến tạo thành tri thức. Cả động vật linh trưởng và động vật biển có vú (cá voi, cá heo) đều có vỏ não mới với nhiều nếp cuộn. Vì các loài chim thiếu cấu trúc như vậy, chúng được cho rằng có khả năng trí tuệ thấp hơn nhiều. Tuy nhiên, trong những năm gần đây quan điểm này đã được cho thấy là không đúng: nay có nhiều minh chứng về quá trình xử lý thông tin phức tạp ở chim. Chim giẻ cùi châu Âu (*Aphelocoma californica*) có thể nhớ qua thời gian khá dài từ khi chúng cất giữ và dấu các loại thức ăn đặc biệt. Những con quạ ở Tân Caledoni (*Corvus moneduloides*) có kỹ năng rất cao trong việc làm và sử dụng các dụng cụ, một khả năng vốn được đề cập nhiều là chỉ dành cho người và một số động vật linh trưởng khác. Những con vẹt xám châu Phi (*Psittacus erithacus*) hiểu được các khái niệm quan hệ là con số hoặc trừu tượng, phân biệt được giữa “giống nhau” và “khác nhau” và nắm được khái niệm “không”.

Khả năng nhận thức tinh tế của chim là dựa trên biến đổi tiến hoá về kiến trúc của *lớp áo* (pallium) ở não trước, phần trên hoặc phần ngoài của não. Trong khi lớp áo của

não người - vỏ bán cầu đại não - có sáu lớp tế bào phẳng, thì lớp áo của não chim có các neuron tập trung lại thành các nhân. Chắc rằng thủy tổ chung của loài chim và động vật có vú đã có lớp áo, trong đó các neuron được tổ chức thành các nhân, như đã từng thấy ở loài chim. Sớm hơn trong quá trình tiến hoá ở động vật có vú, sự tổ chức của nhân này đã chuyển thành một lớp vỏ có phân lớp. Các đường liên hệ được duy trì trong quá trình chuyển dạng này, ví dụ như vỏ não của cả động vật có vú và chim đều tiếp nhận đầu vào cảm giác - hình ảnh, âm thanh, và xúc giác - từ đồi thị. Kết quả là có hai kiểu sắp xếp, mỗi kiểu đều hỗ trợ cho chức năng linh hoạt và phức tạp của não (Hình 49.14).

Mặc dù các nhà khoa học mới chỉ bắt đầu việc nghiên cứu về vỏ não của loài chim, vỏ não của động vật có vú đã được nghiên cứu rộng rãi trong nhiều thập kỷ. Chúng ta sẽ đề cập tới tri thức hiện nay về cấu trúc đáng chú ý này trong phần kế tiếp.

### KIỂM TRA KHÁI NIỆM 49.2

1. Khi bạn vậy tay phải, phần nào của não bạn khởi phát hoạt động đó?
2. Khi một sĩ quan cảnh sát dừng một người lái xe lại vì lỗi điều khiển xe và nghi ngờ rằng người này bị say rượu, người sĩ quan có thể yêu cầu người lái xe nhắm mắt và chạm ngón tay vào mũi. Bạn có thể rút ra điều gì từ kiểm tra về tác dụng của rượu này lên một bộ phận của não?
3. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Giả sử là bạn kiểm tra những người có tổn thương hệ TKTU dẫn tới hoặc là hôn mê (trạng thái mất ý thức kéo dài) hoặc bại liệt chung (mất chức năng của cơ trên toàn cơ thể). So với vị trí của thể lưới, nơi nào bạn dự đoán là vị trí của tổn thương ở mỗi nhóm bệnh nhân? Giải thích.

Câu trả lời có trong Phụ lục A.

## Vỏ não điều khiển vận động tùy ý và các chức năng nhận thức

Mỗi nửa của vỏ bán cầu não được mô tả thông thường là gồm có bốn thùy, là thùy trán, thùy thái dương, thùy chẩm và thùy đỉnh (mỗi thùy được gọi tên theo một xương của hộp sọ). Các nhà nghiên cứu đã xác định được một số các vùng chức năng ở mỗi thùy (**Hình 49.15**). Các vùng này bao gồm các vùng cảm giác sơ cấp, mỗi vùng nhận và xử lý một loại thông tin cảm giác chuyên biệt, và các vùng liên hợp, các vùng này tích hợp thông tin từ các phần khác nhau của não.

Trong quá trình tiến hoá của động vật có vú, phần lớn sự phát triển về kích thước của vỏ não là do sự mở rộng của các vùng liên hợp. Trong khi vỏ đại não của chuột chỉ có chủ yếu là các vùng cảm giác sơ cấp, vỏ bán cầu đại não người có các vùng liên hợp rộng lớn đảm trách cho hành vi và quá trình học tập phức tạp hơn.

### Xử lý thông tin ở vỏ não

Như bạn sẽ nghiên cứu tiếp trong Chương 50, vỏ não tiếp nhận đầu vào cảm giác từ hai nguồn. Một số thông tin đầu vào từ các cơ quan cảm giác tinh tế, như mắt và mũi. Một số thông tin đầu vào khác dựa vào các thụ thể ở tay, đầu và những nơi khác. Các thụ thể thân (*soma*) này (từ chữ Hy Lạp *soma*, thân) cung cấp thông tin về xúc giác, đau, áp lực, nhiệt độ và vị trí của cơ và chân tay.

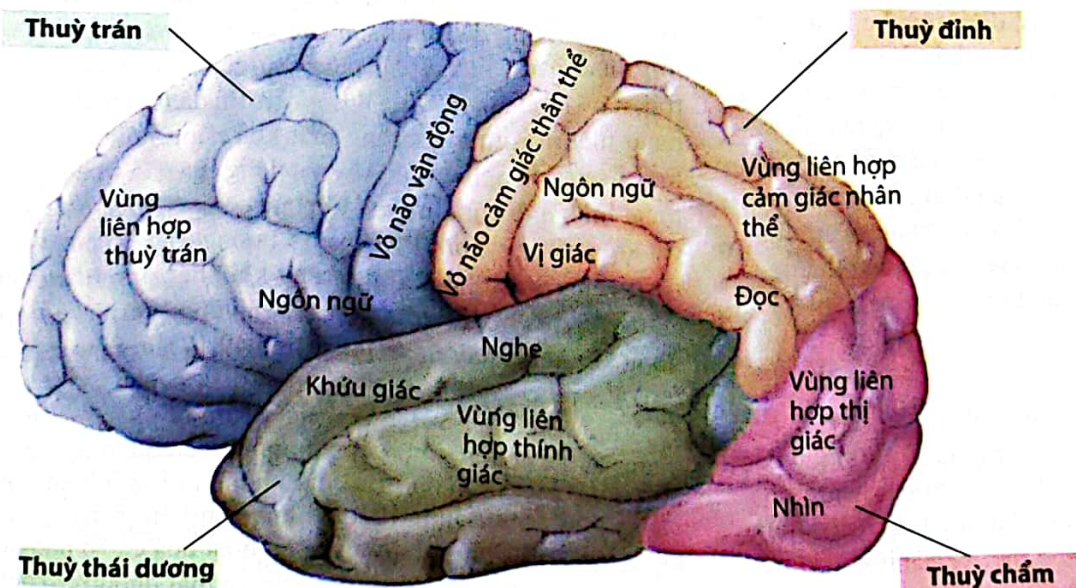
Phần lớn thông tin cảm giác đi vào não trực tiếp qua đồi thị tới các vùng cảm giác sơ cấp trong các thùy não.

Đôi thị điều khiển các loại thông tin đầu vào khác nhau đi tới các vùng khác nhau: thông tin thị giác đi tới thùy chẩm; đầu vào thính giác đi tới thùy thái dương; và thông tin cảm giác soma tới thùy đỉnh (xem Hình 49.15). Thông tin về vị giác cũng đi tới thùy đỉnh, nhưng tới một vùng tách biệt khỏi vùng đầu vào của cảm giác soma. Thông tin khứu giác được gửi trước tiên tới các vùng của vỏ não mà ở động vật có vú và bò sát đều tương tự và sau đó qua đồi thị tới vùng trước của thùy trán.

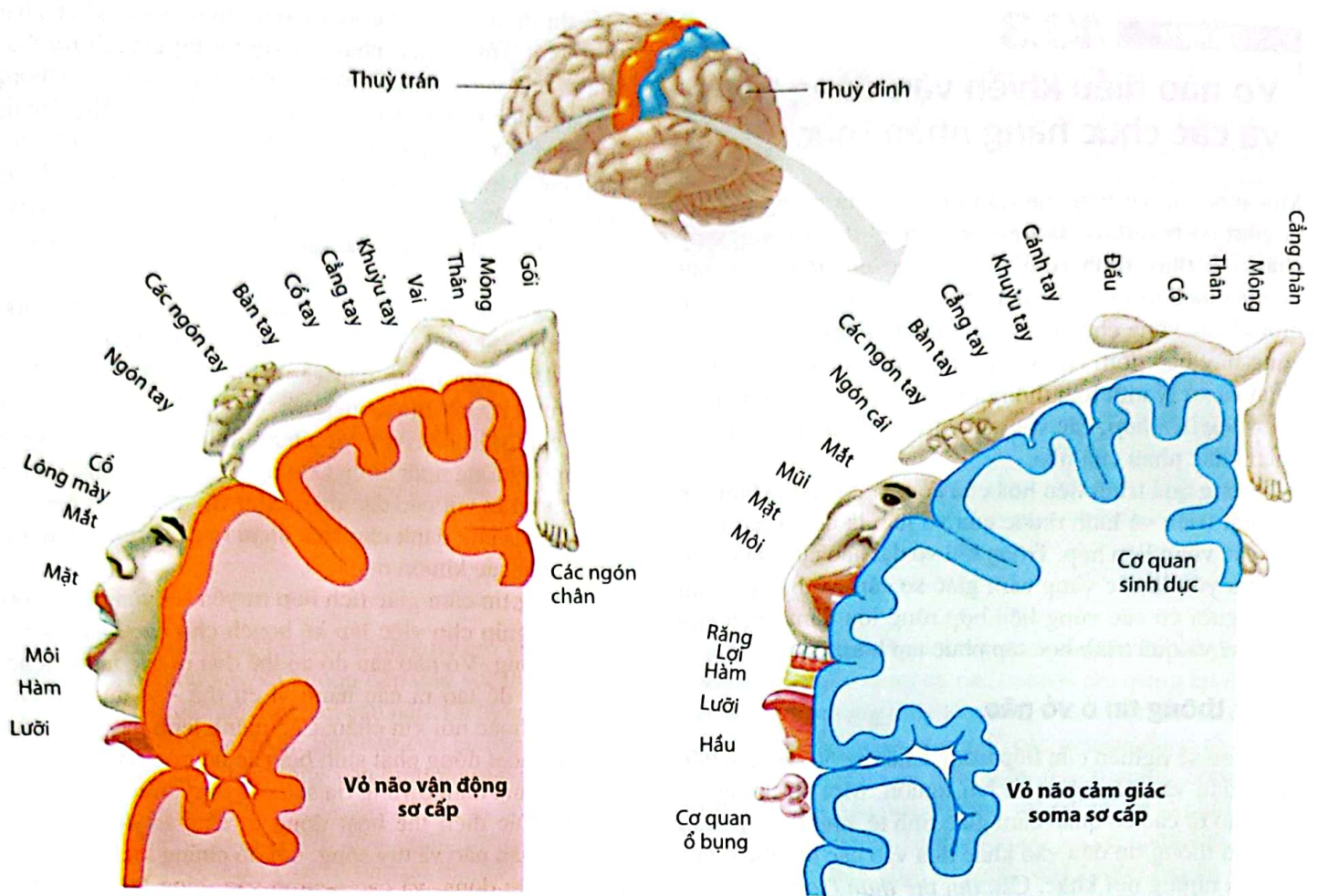
Thông tin tiếp nhận tại các vùng cảm giác sơ cấp được truyền tới các vùng liên hợp cận kề, chúng xử lý các đặc điểm đặc trưng trong đầu vào cảm giác. Ví dụ, ở thùy chẩm một số nhóm các neuron ở vùng thị giác sơ cấp là nhạy cảm đặc biệt với các chùm ánh sáng định hướng theo một hướng nhất định. Ở vùng liên hợp thị giác thông tin liên quan với các đặc điểm như vậy được kết hợp lại trong một vùng dành cho việc nhận ra các hình ảnh phức tạp như là các khuôn mặt.

Thông tin cảm giác tích hợp truyền tới vùng liên hợp trán, nó giúp cho việc lập kế hoạch cho các hành động và vận động. Vỏ não sau đó có thể đưa ra các mệnh lệnh vận động để tạo ra các hành vi cụ thể - ví dụ như giờ cánh tay hoặc nói xin chào. Các mệnh lệnh này gồm các điện thế hoạt động phát sinh bởi các neuron ở vỏ não vận động, chúng nằm ở vùng rìa sau của thùy trán (xem Hình 49.15). Các điện thế hoạt động di chuyển dọc các sợi trục tới thân não và tủy sống, nơi đó chúng kích hoạt các neuron vận động, và các neuron vận động lại gây hưng phấn các tế bào cơ vân.

Ở cả vỏ não cảm giác soma và vỏ não vận động, các neuron được phân bố có trình tự theo các phần của cơ thể phát sinh các thông tin cảm giác hoặc tiếp nhận các



◀ **Hình 49.15** Vỏ bán cầu đại não người. Mỗi bên của vỏ não được chia thành bốn thùy, và mỗi thùy có các chức năng chuyên biệt. Một số vùng liên hợp ở bên não trái (giới thiệu ở đây) có các chức năng khác với bên não phải (không giới thiệu).



**▲ Hình 49.16** Sự phân bố các vùng kiểm soát các phần cơ thể ở vỏ não cảm giác soma sơ cấp và vỏ não vận động sơ cấp. Trong các thiết đồ cắt ngang này, vùng bề mặt vỏ não dành cho mỗi bộ phận cơ thể được biểu hiện bởi kích thước tương đối của phần đó trên các tranh.

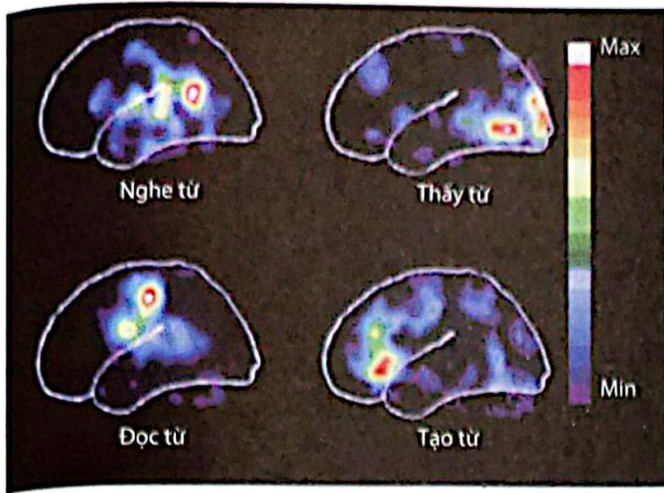
mệnh lệnh vận động (Hình 49.16). Ví dụ, các neuron xử lý thông tin cảm giác từ cẳng chân và bàn chân được phân bố ở vùng não cảm giác soma nằm gần sát nhất với đường giữa. Các neuron điều khiển các cơ ở cẳng chân và bàn chân được phân bố ở vùng tương ứng với vỏ não vận động. Chú ý trong Hình 49.16 là diện tích vùng vỏ não dành cho mỗi phần cơ thể lại không tỷ lệ thuận với kích thước của phần đó. Thay vào đó, diện tích bề mặt vùng tương quan với mức độ điều khiển thần kinh cần thiết cho các cơ ở một vùng cụ thể của cơ thể (cho vỏ não vận động) hoặc với số lượng các neuron cảm giác toả các sợi trục tới các phần đó (cho vỏ não cảm giác soma). Như vậy, diện tích bề mặt của vỏ não vận động dành cho mặt lớn hơn nhiều so với diện tích dành cho phần thân mình, điều đó phản ánh một phần lớn rằng các cơ mặt tham gia rộng rãi như thế nào vào sự giao tiếp.

### Ngôn ngữ và tiếng nói

Lập bản đồ của các chức năng nhận thức cao cấp với các vùng não đặc trưng bắt đầu từ những năm 1800 khi các thầy thuốc nhận ra rằng tổn thương tới các vùng nhất định của vỏ não do thương tích, đột quỵ hoặc các khối u có thể tạo ra các thay đổi khác biệt về hành vi của một người. Thầy thuốc người Pháp Pierre Broca đã tiến hành

những kiểm nghiệm tử thi (sau khi chết) với các bệnh nhân đã từng có thể hiểu được ngôn ngữ nhưng không thể nói. Ông đã phát hiện ra rằng nhiều người trong số các bệnh nhân này đã có khiếm khuyết trong một vùng nhỏ của thùy trán bên trái. Vùng đó nay được gọi tên là *vùng Broca*, nó nằm ở phía trước phần vỏ não vận động sơ cấp và điều khiển các cơ mặt. Thầy thuốc người Đức Karl Wernicke cũng đã tiến hành các kiểm tra và tìm ra rằng tổn thương tới một vùng phía sau của thùy thái dương trái, nay được gọi là *vùng Wernicke*, thì đã làm mất đi khả năng hiểu lời nhưng không mất khả năng nói. Qua một thế kỷ sau, các nghiên cứu về hoạt động của não sử dụng kỹ thuật hình ảnh cộng hưởng từ chức năng (fMRI) và chụp cắt lớp phát positron (PET; xem Chương 2) đã khẳng định rằng vùng Broca hoạt động trong khi phát sinh tiếng nói (Hình 49.17, hình dưới-bên trái) và vùng Wernicke hoạt động khi nghe thấy tiếng nói (Hình 49.17, hình trên-bên trái).

Vùng Broca và vùng Wernicke là một phần của một mạng lưới lớn hơn gồm các vùng não liên quan tới ngôn ngữ. Đọc một từ được in ra mà không nói làm hoạt hoá vỏ não thị giác (Hình 49.17, hình trên-bên phải), trong khi đó đọc to một từ được in ra lại hoạt hoá cả vỏ não thị giác và vùng Broca. Các vùng trán và thái dương trở nên



▲ **Hình 49.17** Bản đồ các vùng ngôn ngữ ở vỏ não. Các hình ảnh PET này cho thấy các vùng với các mức độ hoạt động khác nhau ở não của một người trong bốn loại hoạt động mà tất cả đều có liên quan tới ngôn ngữ.

hoạt hoá khi ý nghĩa buộc phải gắn với các từ, ví như khi một người tạo ra các động từ để đi với các danh từ hoặc các nhóm các từ hoặc các khái niệm có liên quan (Hình 49.17, hình dưới-bên phải).

### Sự phân hoá hai bên trong chức năng của vỏ não

Mặc dù mỗi bán cầu ở người có các đường liên hệ cảm giác và vận động với nửa bên đối diện của cơ thể, nhưng hai bán cầu không có sự giống hệt về các chức năng. Ví dụ, bán cầu não trái có vai trò ưu thế về ngôn ngữ, điều đó được phản ánh trong vị trí của cả vùng Broca và Wernicke đều ở bán cầu trái. Cũng có một số khác biệt tinh tế hơn trong các chức năng của hai bán cầu. Ví dụ, bán cầu não trái tinh nhạy trong các thuật toán và logic. Ngược lại, bán cầu phải tỏ ra ưu thế trong việc nhận ra các khuôn mặt và các mô hình, các quan hệ không gian và các suy nghĩ không lời. Việc hình thành nên sự khác biệt này trong chức năng bán cầu ở người được gọi là **sự phân hoá hai bên**.

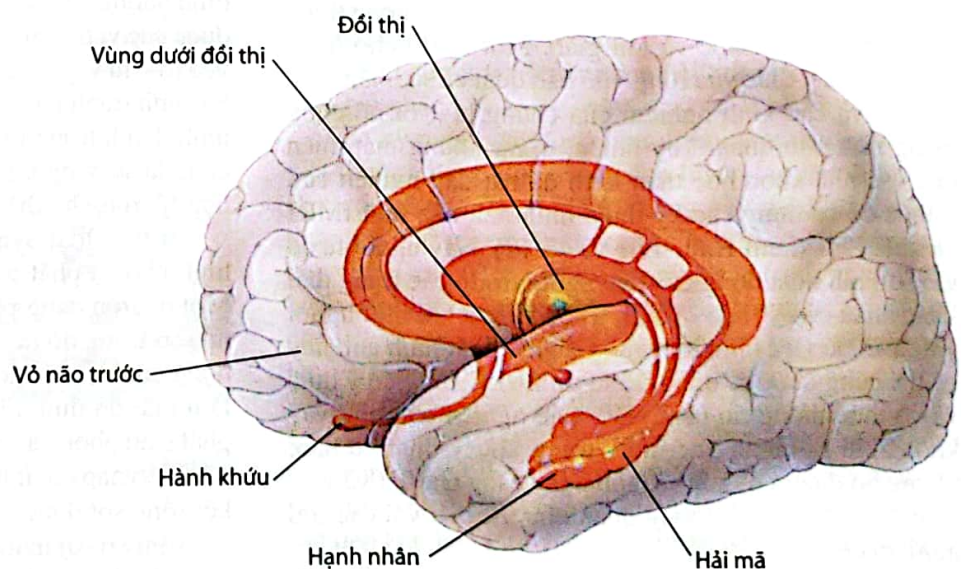
Sự phân bên có liên quan tới sự thuận tay - là sự ưa thích sử dụng một tay bên nào cho một số hoạt động vận động. Khoảng 90% dân số là những người có kỹ năng với tay phải tốt hơn tay trái. Các nghiên cứu sử dụng fMRI đã cho thấy việc xử lý ngôn ngữ khác nhau như thế nào liên quan với sự thuận tay. Khi các đối tượng nghĩ về các từ mà không nói to, hoạt động của não định khu ở bán cầu não trái ở 96% số đối tượng thuận tay phải nhưng chỉ có 76% ở những đối tượng thuận tay trái.

Hai bán cầu thường làm việc hoà hợp cùng nhau, trao đổi thông tin qua lại qua các sợi của thể chai. Sự quan trọng của sự trao đổi này được phát lộ trên các bệnh nhân có thể chai bị phẫu thuật cắt đi phần lớn. Như với loại bỏ một bán cầu não, phẫu thuật này là biện pháp điều trị cuối cùng cho một số dạng động kinh tối nặng. Những người có thể chai bị cắt bỏ nhiều có biểu hiện hiệu ứng “não chia đôi”. Khi họ nhìn thấy một từ quen thuộc trong vùng thị trường trái, họ không thể đọc được từ đó: thông tin cảm giác đi từ vùng thị trường trái tới bán cầu phải không thể tới được các trung khu ngôn ngữ nằm ở bán cầu trái. Mỗi bán cầu ở những bệnh nhân như vậy hoạt động độc lập với bán cầu kia.

### Cảm xúc

Sự phát sinh và trải nghiệm các cảm xúc liên quan tới nhiều vùng của não. Một vùng như vậy, được giới thiệu trên **Hình 49.18**, có **hệ limbic** (từ chữ Latin *limbus*, biên giới, bờ viền), và một nhóm các cấu trúc bao quanh thân não ở các động vật có vú. Hệ limbic bao gồm cả hạnh nhân, vùng hải mã, và các phần của đồi thị, và hệ này không phải chỉ dành cho một chức năng đơn lẻ. Thay vào đó, các cấu trúc trong hệ limbic có các chức năng đa dạng, bao gồm cảm xúc, động lực, khứu giác, hành vi và trí nhớ. Hơn nữa, các phần của não ngoài hệ limbic cũng tham gia vào việc phát sinh và trải nghiệm cảm xúc. Ví dụ, các cảm xúc tự bộc lộ chúng trong các hành vi như cười và khóc liên quan tới sự tương tác của các vùng của hệ limbic với các vùng cảm giác của đại não. Các cấu trúc ở não trước cũng gắn kết “cảm nhận” cảm xúc với các chức năng liên quan sống còn cơ bản được điều khiển bởi thân não, bao gồm sự hưng dữ, tấn công, ăn uống và tình dục.

Các trải nghiệm cảm xúc thường được lưu giữ như những ký ức mà có thể tái hiện lại bằng các hoàn cảnh tương tự. Trong trường hợp sợ, thì trí nhớ cảm xúc được lưu giữ tách biệt khỏi hệ thống trí nhớ vốn hỗ trợ cho việc tái hiện lại rõ rệt các sự kiện. Tâm điểm của trí nhớ cảm xúc là **hạnh nhân** (amygdala), nó nằm ở thùy thái dương



▲ **Hình 49.18** Hệ limbic.

(xem Hình 49.18). Để nghiên cứu chức năng của hạnh nhân người, các nhà nghiên cứu đôi khi đưa cho các đối tượng trưởng thành một hình ảnh, tiếp sau đó là một kinh nghiệm không thích thú, như là một cú sốc điện nhẹ. Sau vài lần như vậy, những người tham dự nghiên cứu có trải nghiệm qua sự hưng phấn hệ thần kinh tự động - như đo bằng tăng nhịp tim hoặc tăng tiết mồ hôi - khi họ nhìn thấy hình ảnh trở lại. Những người có tổn thương não khu trú trong vùng hạnh nhân có thể tái hiện lại hình ảnh, vì trí nhớ biểu hiện của họ còn nguyên vẹn, nhưng họ không có biểu hiện về sự hưng phấn hệ thần kinh tự động.

Vỏ não vùng trán trước, một phần của thùy trán có vai trò quan trọng cho các trải nghiệm cảm xúc, nó cũng quan trọng đối với tính cách, khí chất và hoạt động ra quyết định. Sự kết hợp các chức năng này đã được phát hiện vào năm 1848 từ trường hợp y học đáng chú ý là Phineas Gage. Gage đang làm việc trên công trường xây dựng đường sắt khi một cú nổ làm một thanh sắt dài khoảng một mét bay xuyên qua đầu anh ta. Thanh sắt có đường kính trên 3 cm ở một đầu, đã chui vào sọ chỉ dưới mắt trái và đi ra qua đỉnh đầu, làm tổn thương phần lớn thùy trán của anh. Đáng kinh ngạc là Gage đã hồi phục, nhưng tính cách của anh đã thay đổi quá nhiều. Anh ta trở thành một người có cảm xúc riêng rẽ, thiếu kiên nhẫn, và nhiều lỗi lầm trong hành vi.

Các khối u phát triển ở thùy trán đôi khi gây ra sự kết hợp tương tự như các triệu chứng mà Gage đã trải qua. Trí tuệ và trí nhớ dường như nguyên vẹn, nhưng việc ra quyết định bị hỏng và các đáp ứng cảm xúc cũng bị sút giảm. Ở thế kỷ XX, cùng các vấn đề cũng đã được thấy như là hậu quả của phẫu thuật cắt thùy trán, một phẫu thuật cắt tách đường liên hệ giữa vỏ não vùng trán trước và hệ limbic. Đã được dùng như một biện pháp điều trị những rối loạn hành vi nghiêm trọng, sau này phẫu thuật cắt thùy trán đã không được dùng trong thực hành y học. Các rối loạn này được điều trị bằng thuốc, sẽ bàn luận sau trong chương này.

## Ý thức

Nghiên cứu về ý thức con người đã từ lâu được coi như nằm ngoài phạm vi của khoa học, và nó là đối tượng thích hợp hơn với triết học và tôn giáo. Một lý do cho quan điểm này là ý thức vừa rộng - nó bao quát cả sự nhận thức tự thân và các kinh nghiệm của chúng ta - và nó cũng mang tính chủ quan. Tuy nhiên, trong những thập niên qua các nhà khoa học thần kinh đã bắt đầu nghiên cứu ý thức có sử dụng các kỹ thuật hình ảnh não như fMRI và quét PET (xem Hình 49.1 và 49.17). Nay người ta có thể so sánh hoạt động của não người trong các trạng thái khác nhau của ý thức - ví dụ, trước và sau khi một người ý thức được việc nhìn một vật. Các kỹ thuật hình ảnh này có thể cũng được sử dụng để so sánh việc xử lý có ý thức và vô thức thông tin cảm giác. Các nghiên cứu như vậy không chỉ ra chính xác một "trung khu ý thức" ở não; nhưng họ đưa ra một bức tranh ngày càng chi tiết về việc hoạt động thần kinh tương quan như thế nào với các trải nghiệm có ý thức.

Sự ủng hộ ngày càng tăng cho giả thiết ý thức là một đặc điểm nổi trội (xem Chương 1) của não, và nó liên

quan tới các hoạt động ở nhiều vùng của vỏ não. Một số mô hình cho rằng sự tồn tại của một dạng "cơ chế quét" nó quét qua quét lại toàn bộ não, và tích hợp hoạt động phân tán thành một lực ý thức thống nhất. Chúng ta có thể sẽ phải đợi một lý thuyết về ý thức có bằng chứng ủng hộ thuyết phục tới khi kỹ thuật hình ảnh não trở nên tinh tế hơn nữa.

## KIỂM TRA KHÁI NIỆM 49.3

1. Nghiên cứu các cá nhân có tổn thương ở một vùng của não được sử dụng như thế nào để có cái nhìn sâu vào chức năng bình thường của vùng đó?
2. Hai vùng não quan trọng trong sự phát sinh hoặc nhận thức tiếng nói là vùng Broca và vùng Wernicke. Chức năng của mỗi vùng này có liên quan như thế nào tới hoạt động của phần xung quanh của vỏ não?
3. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Nếu một phụ nữ có thể chai bị khuyết tật xem một bức hình của một khuôn mặt quen thuộc, đầu tiên ở thị trường trái và sau đó ở thị trường phải, tại sao nó lại khó khăn cho cô ta ghép tên với khuôn mặt ở từng thị trường?

Câu trả lời có trong Phụ lục A.

## KHÁI NIỆM 49.4

### Những thay đổi trong các liên hệ synap tham gia vào trí nhớ và học tập

Trong quá trình phát triển phôi thai, sự biểu hiện gene có điều khiển và sự dẫn truyền tín hiệu thiết lập nên cấu trúc tổng thể của hệ thần kinh (xem Chương 47). Sau đó hai quá trình chi phối sự phát triển còn lại của hệ thần kinh. Đầu tiên là sự cạnh tranh giữa các neuron để sống sót. Các neuron cạnh tranh vì các yếu tố hỗ trợ phát triển, chúng được sản sinh ra với số lượng giới hạn do các mô định hướng sự phát triển của neuron. Các tế bào không tới được các vị trí phù hợp thì sẽ không tiếp nhận được những yếu tố như vậy và dẫn tới sự chết tế bào theo chương trình. Sự cạnh tranh cũng khốc liệt đến mức một nửa số neuron hình thành trong thai kỳ bị loại bỏ. Tác dụng chung cuối cùng là sự sống ưu thế của cho các neuron được phân bố hợp lý trong hệ thần kinh.

Sự thải loại synap là quá trình thứ hai mà nó định hình cho sự phát triển của hệ thần kinh trong phôi thai. Một neuron đang phát triển hình thành nhiều synap, hơn nửa số trong đó là cần cho chức năng của chính nó. Hoạt động của neuron đó sau đó làm ổn định một số synap và làm mất ổn định những synap khác. Đến cuối quá trình phát sinh phôi, các neuron tính trung bình đã mất hơn nửa số các synap có từ lúc ban đầu, để lại phía sau những liên kết sống sót được tới khi trưởng thành.

Tóm lại, sự loại bỏ neuron và synap thiết lập nên một mạng lưới các tế bào và các liên hệ trong hệ thần kinh cần thiết cho cả đời sống sau này.

## Tính mềm dẻo của thần kinh

Mặc dù kiến trúc cơ bản của hệ TKTU được hình thành trong thời kỳ phát triển phôi thai, nó vẫn có thể thay đổi sau khi sinh. Khả năng này giúp hệ thần kinh có thể tái cấu trúc, đặc biệt là trong đáp ứng với chính hoạt động của nó, được gọi là **tính mềm dẻo của thần kinh**.

Phần lớn sự tái định hình của hệ thần kinh xảy ra tại các synap. Khi hoạt động tại một synap tương quan với hoạt động của các synap khác, những thay đổi có thể xảy ra làm tăng cường liên hệ synap đó. Ngược lại, khi hoạt động của một synap không tương thích với hoạt động của các synap khác, liên hệ synap đôi khi trở nên yếu hơn. **Hình 49.19a** minh hoạ làm thế nào các quá trình này có thể đưa đến hoặc là có thêm hoặc là mất đi các synap. Nếu bạn nghĩ về các tín hiệu trong hệ thần kinh như là giao thông trên đường cao tốc, những thay đổi như vậy có thể so sánh với việc thêm hay bớt đi một cửa vào. Tác dụng chung là làm tăng tín hiệu giữa các cặp neuron nhất định hoặc làm giảm tín hiệu tại các vị trí khác. Như trình bày trong **Hình 49.19b**, những thay đổi có thể cũng làm tăng cường hoặc làm yếu đi tín hiệu tại một synap. Trong sự đồng dạng với sự giao thông của chúng ta, điều này tương đương với việc mở rộng hay thu hẹp một đoạn đường tham gia vào hệ thống.

Sự tổ chức lại và làm cho tinh tế hơn của hệ thần kinh diễn ra trong nhiều hoàn cảnh. Ví dụ, các quá trình này là các bước cần thiết trong sự phát triển khả năng tiếp nhận môi trường xung quanh chúng ta, vấn đề sẽ được đề cập

ở Chương 50. Chúng đặc biệt quan trọng đối với năng lực có giới hạn của hệ thần kinh trong việc phục hồi sự tổn thương hay bệnh tật. Sự tổ chức lại và làm cho tinh tế hơn cũng là cơ sở của trí nhớ và sự học tập, chủ đề tiếp sau của chúng ta.

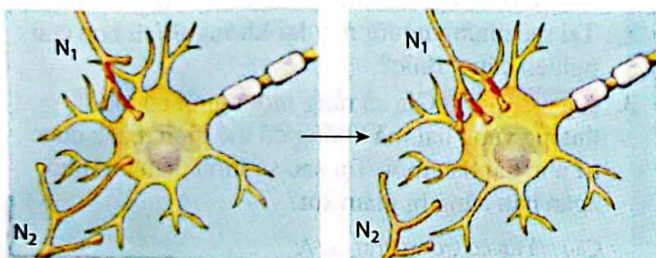
## Trí nhớ và học tập

Dẫu chúng ta có thể không ý thức được việc chúng ta liên tục đối chiếu điều gì đang xảy ra với những điều vừa mới xảy ra vài khoảnh khắc trước đó. Chúng ta giữ thông tin một thời gian trong các vị trí **trí nhớ ngắn hạn** và sau đó giải phóng nó đi nếu nó trở nên không phù hợp. Nếu chúng ta muốn lưu giữ thông tin về một cái tên, số điện thoại, hoặc một sự kiện khác, các cơ chế về **trí nhớ dài hạn** được hoạt hoá. Nếu chúng ta sau này cần nhớ lại cái tên hoặc con số đó, chúng ta lục tìm nó trong trí nhớ dài hạn và trả nó về trí nhớ ngắn hạn.

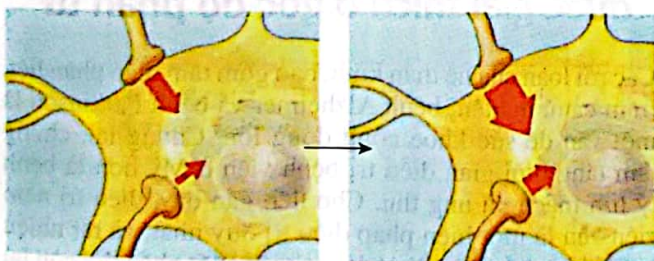
Các nhà khoa học đã băn khoăn từ lâu là nơi nào trong não là nơi của trí nhớ ngắn hạn và trí nhớ dài hạn. Chúng ta biết rằng cả hai loại trí nhớ liên quan tới sự lưu trữ thông tin trong vỏ não. Với trí nhớ ngắn hạn, thông tin này được truy cập thông qua các đường nối tạm thời hoặc các liên kết được hình thành trong vùng hải mã. Khi trí nhớ được chuyển thành dài hạn, các đường nối trong vùng hải mã được thay thế bằng các đường liên hệ thường xuyên hơn trong chính vỏ não. Vùng hải mã vậy là rất thiết yếu cho việc có được các trí nhớ dài hạn mới, nhưng lại không duy trì chúng. Vì lý do này, những người bị tổn thương vùng hải mã ở mức độ nhất định bị giam bẫy vào quá khứ: họ không thể hình thành được bất kỳ trí nhớ nào mới kéo dài nhưng có thể nhớ lại các sự kiện từ trước khi họ bị thương.

Lợi thế tiến hoá nào có thể có được từ việc tổ chức các trí nhớ ngắn hạn và dài hạn khác nhau? Suy nghĩ hiện nay cho là sự chậm trễ trong việc hình thành các đường liên hệ trong vỏ não cho phép trí nhớ dài hạn được tích hợp dần dần thành kho lưu trữ kiến thức và kinh nghiệm, cung cấp cơ sở cho các liên kết có ý nghĩa hơn. Thống nhất với suy nghĩ này, sự chuyển đổi thông tin từ ngắn hạn thành dài hạn được tăng cường bằng sự kết hợp của dữ liệu mới với dữ liệu đã học được trước đây và đã lưu trữ trong trí nhớ dài hạn. Ví dụ, sẽ dễ nhớ hơn để học một trò chơi bài mới nếu bạn đã có “cảm nhận bài” từ việc chơi các trò chơi bài khác.

Các kỹ năng vận động như đi bộ, thắt dây giày hoặc viết thường được học bằng cách luyện tập lặp đi lặp lại. Bạn có thể thực hiện các kỹ năng này mà không cần ý thức gọi nhớ tới các bước cần thiết để làm các động tác này chính xác. Học các kỹ năng và các trình tự, như các bước cần thiết để đi xe đạp, tỏ ra có liên quan tới các cơ chế tế bào rất giống với các cơ chế đảm bảo cho não lớn lên và phát triển. Trong những trường hợp như vậy, các neuron thường tạo các liên hệ mới. Ngược lại, nhớ các số điện thoại, sự kiện và nơi chốn - những thứ có thể nhớ rất nhanh và có thể cần chỉ một lần tiếp xúc với một thứ phù hợp - có thể dựa vào những thay đổi về cường độ của các liên kết thần kinh hiện tồn. Phần tiếp theo chúng ta sẽ quan tâm tới một phương cách mà có những thay đổi như vậy về cường độ có thể xảy ra.

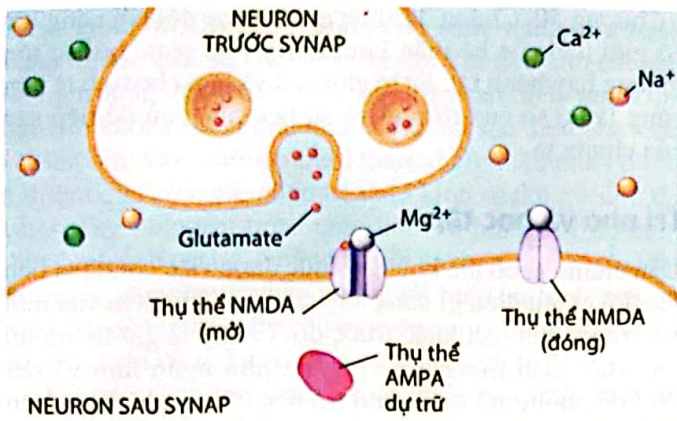


(a) Các synap tăng cường hoặc suy giảm đáp ứng với hoạt động. Hoạt động mức cao tại synap của neuron sau synap với neuron trước synap  $N_1$  dẫn tới việc phát sinh thêm các tận cùng axon từ neuron đó. Thiếu hoạt động tại synap với neuron trước synap  $N_2$  dẫn tới mất các liên hệ chức năng với neuron đó.

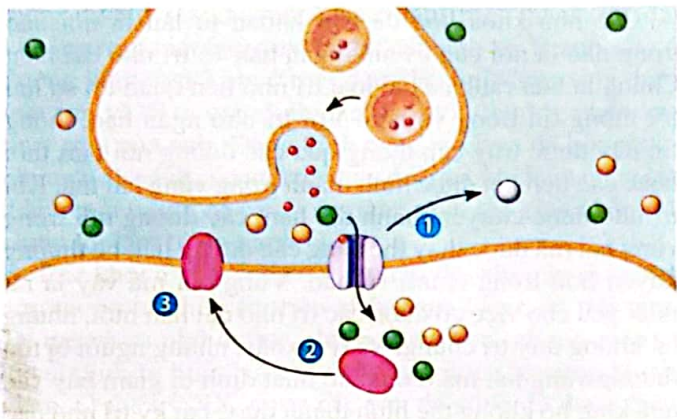


(b) Nếu hai synap trên cùng tế bào sau synap thường xuyên hoạt hoá vào cùng thời điểm, cường độ của đáp ứng sau synap có thể tăng tại cả hai synap.

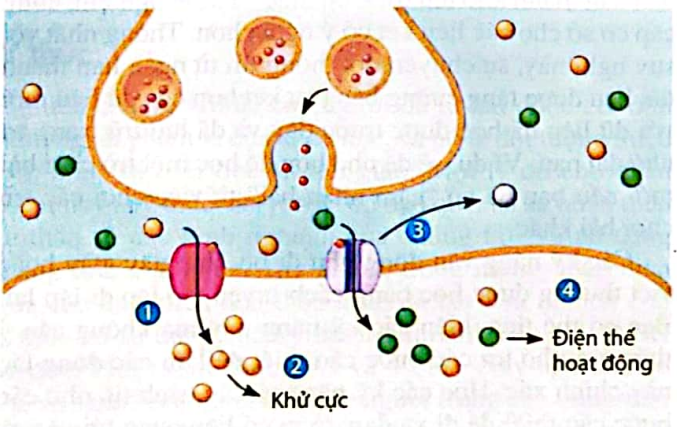
▲ **Hình 49.19 Tính mềm dẻo của thần kinh.** Các liên hệ synap có thể thay đổi qua thời gian, phụ thuộc vào mức độ hoạt động tại synap.



(a) Synap trước điện thế kéo dài. Các thụ thể glutamat NMDA mở khi đáp ứng với glutamat, nhưng bị chặn lại bởi  $Mg^{2+}$ .



(b) Hình thành điện thế kéo dài. Hoạt động tại các synap cận kề khử cực màng sau synap, làm  $Mg^{2+}$  giải phóng từ các thụ thể NMDA. Các thụ thể không bị chặn nữa đáp ứng với glutamat bằng cách cho dòng  $Na^+$  và  $Ca^{2+}$  đi vào. Dòng  $Ca^{2+}$  đi vào kích phát việc đẩy các thụ thể glutamat AMPA tồn trữ vào màng sau synap.



(c) Synap bộc lộ điện thế kéo dài. Giải phóng glutamat hoạt hoá các thụ thể AMPA làm kích phát sự khử cực, không ngăn cản các thụ thể NMDA. Các thụ thể AMPA và NMDA cùng nhau kích phát các điện thế sau synap mạnh đủ để khởi phát các điện thế hoạt động mà không cần có tín hiệu đầu vào từ các synap khác. Các cơ chế phụ trợ khác (không trình bày) góp phần cho điện thế kéo dài, bao gồm sự biến đổi thụ thể bởi các protein kinase.

▲ Hình 49.20 Điện thế kéo dài ở não.

## Điện thế kéo dài

Các nhà nghiên cứu đã xác định được một số quá trình mà có thể làm thay đổi một liên kết synap, làm cho dòng liên lạc hoặc là tăng hoặc là giảm hiệu quả. Bây giờ chúng ta sẽ tập trung vào **điện thế kéo dài** (long-term potentiation, LTP) - sự tăng kéo dài về cường độ của truyền đạt synap. Điện thế kéo dài được mô tả lần đầu ở các tiêu bản cắt mô từ vùng hải mã, liên quan tới một neuron trước synap giải phóng chất truyền thần kinh glutamat gây hưng phấn. Để cho điện thế kéo dài xảy ra, phải có một loạt ngắn các điện thế hoạt động với tần số cao ở neuron trước synap này. Thêm nữa, các điện thế hoạt động này buộc phải đến tận cùng synap cùng một lúc tế bào sau synap tiếp nhận sự kích thích khử cực.

Điện thế kéo dài liên quan với hai loại thụ thể glutamat, mỗi loại được đặt tên của một phân tử - NMDA hoặc AMPA - làm hoạt hoá nhân tạo thụ thể đó. Như trình bày trên **Hình 49.20**, một chùm các thụ thể hiện diện trên các màng sau synap thay đổi khi đáp ứng với một synap hoạt hoá và một kích thích gây khử cực. Kết quả là điện thế kéo dài - một sự tăng bền vững ổn định về kích thước của các điện thế sau synap tại synap đó. Vì điện thế kéo dài có thể tồn tại vài ngày cho tới hàng tuần trên các lát cắt của mô, người ta cho rằng nó đại diện cho một trong những quá trình cơ bản mà theo cách đó trí nhớ được lưu giữ và quá trình học tập diễn ra.

### KIỂM TRA KHÁI NIỆM 49.4

1. Phác hoạ hai cơ chế làm cho dòng thông tin giữa hai neuron ở người trưởng thành được tăng lên.
2. Những người có tổn thương não định khu là rất hữu ích cho nghiên cứu nhiều chức năng của não. Tại sao những người này lại không thích hợp cho nghiên cứu ý thức?
3. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Giả sử rằng một người có tổn thương vùng hải mã không có thể hình thành được trí nhớ dài hạn mới. Tại sao sự hình thành trí nhớ ngắn hạn cũng bị giảm sút?

Câu trả lời có trong Phụ lục A.

### KHÁI NIỆM 49.5

## Các rối loạn hệ thần kinh có thể được giải thích ở góc độ phân tử

Các rối loạn của hệ thần kinh, bao gồm tâm thần phân liệt, trầm cảm, nghiện, bệnh Alzheimer và bệnh Parkinson là một vấn đề sức khỏe cộng đồng lớn. Chung lại, chúng làm tăng thời gian điều trị bệnh viện ở Mỹ hơn là bệnh lý tim mạch và ung thư. Cho đến gần đây, điều trị nằm viện vẫn là một biện pháp điều trị duy nhất, và rất nhiều người bị ảnh hưởng đã phải vào viện suốt phần đời còn lại của họ. Ngày nay, nhiều bệnh tật làm thay đổi tâm trạng hoặc hành vi có thể được điều trị bằng thuốc, làm giảm thời gian nằm viện trung bình cho các bệnh này khoảng vài tuần. Đồng thời, thái độ xã hội cũng đang thay đổi như việc dần nhận ra rằng các rối loạn bệnh tật thần kinh thường là do những thay đổi về hoá học hoặc giải phẫu

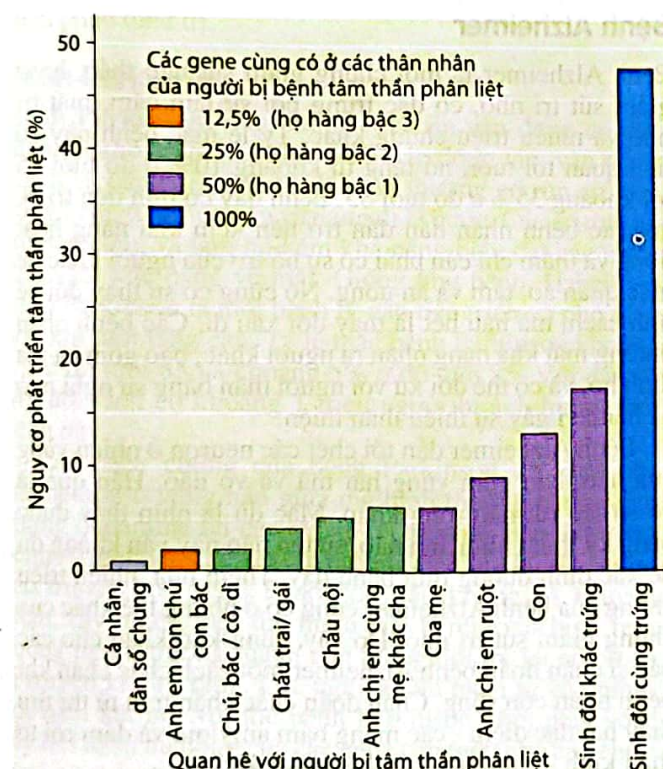
trong não. Tuy nhiên, vẫn còn tồn tại nhiều thách thức, đặc biệt là với bệnh Alzheimer và các bệnh khác có dẫn tới sự thoái hoá hệ thần kinh.

Những nỗ lực nghiên cứu chính đang trên con đường xác định các gene gây ra hoặc góp phần vào các bệnh lý của hệ thần kinh. Xác định các gene như vậy đưa ra hy vọng cho việc xác định các nguyên nhân, phán đoán kết quả, và phát triển các phương pháp điều trị hữu hiệu. Tuy nhiên, với phần lớn các bệnh hệ thần kinh thì vấn đề di truyền chỉ đóng góp một phần vào rối loạn ở người bệnh. Sự đóng góp có ý nghĩa khác với bệnh tật là từ các yếu tố môi trường. Không may là những sự đóng góp của môi trường thường là rất khó xác định.

Để phân biệt giữa những biến đổi môi trường và di truyền, các nhà khoa học thường tiến hành các nghiên cứu gia đình. Trong những nghiên cứu như vậy, các nhà nghiên cứu theo dõi các thành viên trong gia đình có quan hệ di truyền như thế nào, các cá thể nào bị bệnh, và các thành viên gia đình nào đã lớn lên cùng một gia đình. Các nghiên cứu này có tính thông tin đặc biệt khi một người trong số những người bị bệnh có một người sinh đôi giống hệt về di truyền hoặc một người anh em nuôi không liên quan gì về di truyền. Những kết quả của các nghiên cứu gia đình chỉ ra rằng những rối loạn hệ thần kinh như tâm thần phân liệt có thành tố di truyền rất mạnh (Hình 49.21).

## Tâm thần phân liệt

Khoảng 1% dân số thế giới bị mắc chứng tâm thần phân liệt (schizophrenia), một rối loạn tâm thần nặng nề có



▲ Hình 49.21 Đóng góp của di truyền đối với bệnh tâm thần phân liệt. Các họ hàng, chú bác và cô dì đời thứ nhất của một người bị bệnh tâm thần phân liệt có nguy cơ gấp đôi các thành viên không liên quan trong quần thể phát triển bệnh đó. Những nguy cơ với những người họ hàng gần hơn lại cao hơn gấp nhiều lần.

đặc điểm là các giai đoạn loạn thần kinh và trong những giai đoạn đó người bệnh có sự nhận thức về hiện thực bị méo mó. Những người bị tâm thần phân liệt thường có các biểu hiện hoang tưởng (ví như "các tiếng nói" mà chỉ có họ có thể nghe thấy) và ảo giác (ví dụ, suy nghĩ rằng những người khác âm mưu để ám hại họ). Bất chấp khái niệm thông thường đã biết, chứng tâm thần phân liệt không nhất thiết tạo nên sự đa tính cách. Hơn nữa, cái tên tâm thần phân liệt (từ tiếng Hy Lạp *schizo* có nghĩa là tách ra, và *phren* có nghĩa là trí tuệ) để cập tới sự phân mảnh của các chức năng não vốn vẫn được tích hợp một cách bình thường.

Hai chuỗi bằng chứng gợi ý rằng tâm thần phân liệt ảnh hưởng đến các con đường thần kinh có sử dụng dopamine là chất truyền thần kinh. Đầu tiên, thuốc amphetamine ("nhanh") kích thích sự giải phóng dopamine, có thể tạo ra một chùm các triệu chứng như bệnh tâm thần phân liệt. Thứ hai, rất nhiều loại thuốc làm giảm các triệu chứng của bệnh tâm thần phân liệt lại ngăn chặn các thụ thể dopamine. Tâm thần phân liệt có thể cũng làm thay đổi sự truyền đạt tín hiệu của glutamat, do thuốc trôi nổi bán ở đường phố "bụi thiên thần" hoặc PCP lại ngăn chặn các thụ thể glutamat và tạo ra các triệu chứng giống tâm thần phân liệt.

May mắn thay, các thuốc thường có thể làm giảm các triệu chứng chính của tâm thần phân liệt. Mặc dù những điều trị đầu tiên đã phát triển thường có các tác dụng phụ âm tính, các thuốc mới hơn thường có tác dụng tương đương và an toàn hơn khi sử dụng. Nghiên cứu đang thực thi đã nhằm tới việc xác định các đột biến gene chịu trách nhiệm cho bệnh tâm thần phân liệt có thể cung cấp những hiểu biết mới về các nguyên nhân của bệnh và đưa tới những biện pháp điều trị có hiệu quả hơn nữa.

## Trầm cảm

Trầm cảm là một rối loạn đặc trưng bởi tâm trạng bị trầm uất, cũng như những bất thường về giấc ngủ, ham muốn và mức năng lượng. Hai thể khái quát của bệnh trầm cảm được biết là: rối loạn trầm cảm toàn thể và rối loạn lưỡng cực. Những người bị rối loạn trầm cảm toàn thể (major depressive disorder) trải qua các giai đoạn - thường kéo dài nhiều tháng - trong các giai đoạn đó các hoạt động vui thú đều không tạo ra niềm vui và không tạo ra sự quan tâm. Một trong những rối loạn của hệ thần kinh phổ biến nhất là trầm cảm toàn thể ảnh hưởng với tỷ lệ cứ bảy người trưởng thành thì có một người bị ở một vài thời điểm, và ở nữ giới bị gấp đôi so với ở nam giới. Rối loạn lưỡng cực (bipolar disorder), hay rối loạn hưng-trầm cảm, liên quan tới sự luân chuyển của tâm trạng từ cao tới thấp và ảnh hưởng tới khoảng 1% dân số thế giới. Giống như tâm thần phân liệt, rối loạn lưỡng cực và trầm cảm toàn thể có các yếu tố di truyền và môi trường.

Ở rối loạn lưỡng cực, pha hưng cảm đặc trưng bởi tính tự trọng cao, tăng tiêu hao năng lượng, nhiều ý tưởng, nói nhiều và tăng khả năng liêu lĩnh. Ở các thể nhẹ hơn của rối loạn lưỡng cực, pha hưng cảm đôi khi kết hợp với tính sáng tạo lớn, và một số các nghệ sĩ nổi tiếng, nhạc sĩ và văn hào (điểm qua một vài người bao gồm cả Vincent Van Gogh, Robert Schumann, Virginia Woolf, và Ernest Hemingway) đều có những giai đoạn sáng tạo rất cao trong các pha hưng cảm. Pha trầm cảm với đặc trưng giảm khả năng cảm nhận niềm vui, mất động lực,

có những rối loạn giấc ngủ, và có những cảm giác như vô dụng. Các triệu chứng này cũng có thể nặng nề đến mức tác động làm người ta tự sát. Tuy nhiên, một số bệnh nhân thì chịu đựng pha trầm cảm hơn là dùng thuốc điều trị và có nguy cơ làm mất đi các hoạt động sáng tạo cao trong pha hưng cảm của họ.

Rối loạn lưỡng cực và trầm cảm toàn thể thuộc số các rối loạn của hệ thần kinh có các phương pháp điều trị hữu hiệu nhất. Nhiều thuốc được dùng để điều trị bệnh trầm cảm làm tăng hoạt động của các amine sinh học trong não, bao gồm fluoxetine (Prozac). Các rối loạn trầm cảm đôi khi cũng được điều trị bằng các thuốc chống động kinh hoặc Lithium.

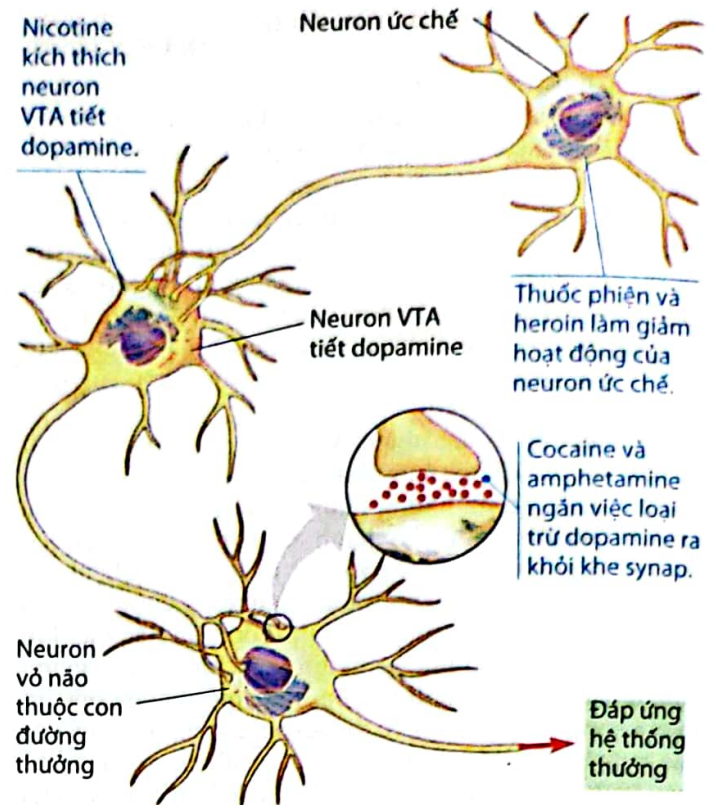
## Nghiện thuốc và hệ thống thưởng của não

Nghiện thuốc là một rối loạn đặc trưng bởi việc tiêu thụ bất buộc một loại thuốc hoặc mất kiểm soát việc hạn chế sự thu nạp vào. Bất kỳ một thuốc nào thuộc số những thuốc làm thay đổi đáng kể trong các hiệu ứng lên hệ TKTU đều có thể là chất gây nghiện. Ví dụ, cocaine và amphetamine tác động như một chất kích thích, trong khi đó heroin lại là một chất giảm đau an thần. Tuy nhiên, tất cả các thuốc này cũng như rượu và nicotine đều gây nghiện với cùng lý do: mỗi chất này đều làm tăng hoạt động của hệ thống thưởng của não, đó là các vòng thần kinh mà bình thường có chức năng trong việc tạo sự thích thú, động lực và học tập. Khi không có hiện tượng nghiện, hệ thống thưởng tạo ra động lực cho các hoạt động làm tăng cường khả năng sinh tồn và sinh sản, ví như ăn khi đói, uống khi khát, và tham gia vào hoạt động tính dục khi hưng phấn. Ở những người nghiện, thay vào đó thì "muốn" được hướng tới việc tiêu thụ thuốc nhiều hơn.

Các nhà khoa học đã đạt được những tiến bộ lớn lao trong việc hiểu biết hệ thống thưởng của não hoạt động như thế nào và các thuốc nhất định ảnh hưởng lên chức năng của não ra sao. Các động vật thực nghiệm đã cho thấy chúng đặc biệt hữu ích. Ví dụ như chuột cống sẽ tự cấp cocaine, heroin hoặc amphetamine khi có một hệ thống phân phát nối với một thanh nhấn đặt trong lồng chuột. Hơn nữa, chúng biểu hiện hành vi nghiện trong những hoàn cảnh như vậy, tiếp tục tự cấp thuốc hơn là đi tìm kiếm thức ăn, thậm chí tới mức chết đói. Các nghiên cứu này và những nghiên cứu khác nữa đã đưa đến sự thống nhất về cả tổ chức của hệ thống thưởng và chất truyền đạt thần kinh chủ đạo của hệ thống là dopamine.

Đầu vào đi tới hệ thống thưởng được tiếp nhận bởi các neuron nằm ở vùng gần với nền não gọi là vùng máng bụng (ventral tegmental area, VTA). Khi được hoạt hoá, các neuron này đưa các điện thế hoạt động theo các sợi trục có bất synap với các neuron ở các vùng đặc hiệu của đại não. Ở đó các tận cùng axon giải phóng ra dopamine.

Các thuốc gây nghiện tác động tới hệ thống thưởng theo nhiều cách. Đầu tiên, mỗi thuốc có một tác dụng tức thời làm tăng cường hoạt động của con đường dopamine (Hình 49.22). Khi chứng nghiện phát triển, ở đó cũng có sự thay đổi lâu dài trong mạch thưởng. Hậu quả là sự thèm khát đối với thuốc, mà sự thèm thuốc đó xuất hiện độc lập với bất kỳ sự thích thú nào có liên quan với sự tiêu thụ. Khi các nhà khoa học tiếp tục mở rộng kiến thức của họ về cả hệ thống thưởng và chứng nghiện, ở đó có hy vọng rằng những hiểu biết sẽ đưa tới các biện pháp phòng chống và điều trị hiệu quả hơn.



**▲ Hình 49.22 Các tác dụng của các thuốc gây nghiện lên con đường thưởng của não động vật có vú.** Các thuốc gây nghiện làm thay đổi sự dẫn truyền tín hiệu trên con đường được tạo thành bởi các neuron của vùng máng bụng (VTA).

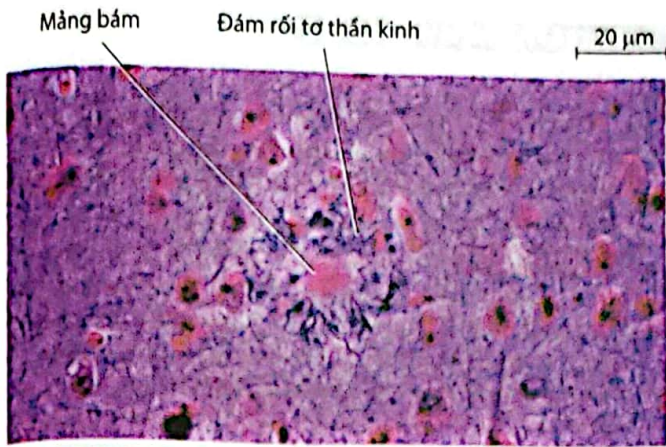
**?** Nếu bạn khử cực các thân tế bào ở vùng máng bụng, hiệu ứng nào mà bạn mong đợi?

## Bệnh Alzheimer

Bệnh Alzheimer là một chứng giảm sút tâm thần, hoặc giảm sút trí nhớ, có đặc trưng bởi sự lảm cẩm, mất trí nhớ và nhiều triệu chứng khác. Tỷ lệ mắc bệnh này có liên quan tới tuổi, nó tăng từ khoảng 10% ở độ tuổi 65 tới khoảng 35% ở độ tuổi 85. Bệnh này có tính tiến triển, với các bệnh nhân dần dần trở nên kém khả năng hoạt động và thậm chí cần phải có sự hỗ trợ của người khác để mặc quần áo, tắm và ăn uống. Nó cũng có sự thay đổi về tính cách, mà hầu hết là thay đổi xấu đi. Các bệnh nhân thường mất khả năng nhận ra người khác, bao gồm cả gia đình họ, và có thể đối xử với người thân bằng sự nghi ngờ và hành vi gây sự thiếu thân thiện.

Bệnh Alzheimer dẫn tới chết các neuron ở nhiều vùng của não, bao gồm vùng hải mã và vỏ não. Hậu quả là có sự teo rút não rộng khắp. Mặc dù là nhìn thấy được bằng kỹ thuật hình ảnh não, sự teo não này vẫn không đủ để xác định dương tính bệnh này. Thêm nữa, nhiều triệu chứng của bệnh Alzheimer cũng có ở những thể khác của chứng giảm sút trí nhớ. Do vậy, cũng khó khăn cho các bác sĩ chẩn đoán bệnh Alzheimer một cách chắc chắn khi bệnh nhân còn sống. Chẩn đoán chắc chắn trên tử thi tìm thấy hai đặc điểm - các mảng bám amyloid và đám rối tơ thần kinh - ở mô não còn lại (Hình 49.23).

Các mảng bám là các kết tập của  $\beta$ -amyloid, đó là một peptide không hoà tan được tách ra từ một protein màng tìm thấy ở các neuron. Các enzyme màng gọi là các secretase xúc tác sự phân giải, làm  $\beta$ -amyloid tích lũy thành các mảng bám ở mặt ngoài các neuron. Các mảng bám này có lẽ kích phát làm chết các neuron xung quanh.



▲ **Hình 49.23** Các dấu hiệu của bệnh Alzheimer. Một tiêu chuẩn vàng của bệnh Alzheimer là sự hiện diện của các đám rối tơ thần kinh bám quanh các mảng bám được tạo bởi  $\beta$ -amyloid trong mô não (LM).

Các đám rối tơ thần kinh quan sát thấy trong bệnh Alzheimer được tạo thành từ protein tau. (Protein này không liên quan tới đột biến tau ( $\tau$ ) ảnh hưởng tới nhịp ngày đêm ở chuột đồng; xem Hình 49.12). Chức năng bình thường của tau trong các neuron là giúp điều hoà chuyển động của các chất dinh dưỡng dọc theo các vi ống. Trong bệnh Alzheimer, tau trải qua các thay đổi làm nó gắn với chính nó và tạo thành các đám rối tơ thần kinh. Có bằng chứng rằng những thay đổi của tau có liên quan với sự xuất hiện bệnh Alzheimer ở những người còn tương đối trẻ.

Nỗ lực to lớn đưa đến sự phát triển gần đây của các thuốc có hiệu quả phần nào trong việc giảm bớt các triệu chứng của bệnh Alzheimer, nhưng hiện tại vẫn không có biện pháp điều trị.

## Bệnh Parkinson

**Bệnh Parkinson**, một chứng rối loạn vận động có đặc điểm là khó khăn khi khởi phát các động tác, vận động chậm và cứng đờ. Các bệnh nhân thường có run cơ, cân bằng kém, tư thế co gập và dáng đi lê bước. Các cơ mặt họ trở nên cứng và làm họ kém khả năng biểu đạt các trạng thái cảm xúc bằng vẻ mặt. Giống như bệnh Alzheimer, bệnh Parkinson là một bệnh lý não tiến triển và phổ biến hơn khi tuổi tăng cao. Tỷ lệ mắc bệnh Parkinson khoảng 1% ở độ tuổi 65 và khoảng 5% ở độ tuổi 85. Với dân số Mỹ ước tính có khoảng 1 triệu người bị ảnh hưởng bởi bệnh này.

Các triệu chứng của bệnh Parkinson do chết của các neuron ở vùng não giữa mà bình thường chúng giải phóng dopamine tại các synap ở các nhân nền. Như với bệnh Alzheimer, các kết tập protein tích lũy lại. Phần lớn các trường hợp bệnh Parkinson đều không rõ nguyên nhân; tuy nhiên một thể hiếm của bệnh xuất hiện trên những người trưởng thành còn tương đối trẻ lại có cơ sở di truyền khá rõ ràng. Các nghiên cứu phân tử về những đột biến kết nối với thể bệnh Parkinson khởi phát sớm này tiết lộ sự hư hỏng của các gene cần thiết cho các chức năng ty thể nhất định. Các nghiên cứu đang khám phá xem liệu những khiếm khuyết của ty thể có góp phần vào dạng hay gặp hơn của bệnh này trên những bệnh nhân cao tuổi hay không.

Hiện tại không có biện pháp điều trị cho bệnh Parkinson. Các giải pháp đã sử dụng để kiểm soát các triệu chứng bao gồm phẫu thuật não, kích thích sâu trong

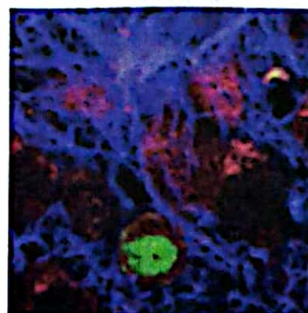
não và dùng các thuốc như L-dopa, là một phân tử có thể đi qua hàng rào máu não và được biến đổi thành dopamine ở hệ TKTU. Một phương pháp điều trị tiềm năng là cấy các neuron tiết dopamine, hoặc là vào vùng não giữa hoặc là vào vùng các nhân nền. Các nghiên cứu ở phòng thí nghiệm theo chiến lược này cho thấy có hứa hẹn: trên chuột cống với tình trạng tạo ra bằng thực nghiệm giống với bệnh Parkinson, việc cấy các neuron chế tiết dopamine có thể đưa tới sự phục hồi kiểm soát vận động. Liệu giải pháp tái tạo này có thể cũng hoạt động ở người hay không thì đó vẫn là một trong nhiều câu hỏi quan trọng trong nghiên cứu não hiện đại.

## Điều trị dựa trên tế bào gốc

Nỗ lực nghiên cứu chính hiện nay là nhằm tới việc tìm kiếm các phương cách để thay thế mô não đã dừng, không hoạt động thích hợp nữa. Không giống như hệ TKNV, hệ TKTU ở động vật có vú không thể tự sửa chữa hoàn toàn khi bị tổn thương hoặc bị bệnh. Các neuron sống sót trong não có thể tạo ra các liên hệ mới và đôi khi bù đắp cho tổn thương, như những phát hiện đáng chú ý ở một số nạn nhân đột quỵ. Tuy nhiên, nói một cách khái quát, các tổn thương não và tủy sống, như bệnh Alzheimer và Parkinson, đều có những tác động huỷ hoại và không hồi phục.

Khả năng sửa chữa não bị bệnh hoặc tổn thương bằng các tế bào thần kinh mới trở nên đáng khuyến khích sau một báo cáo chấn động vào năm 1998 là não người trưởng thành vẫn sản sinh ra các neuron mới. Phát hiện này từ nghiên cứu của Fred Gage tại trường Đại học Salk ở California và Peter Ericksson tại Bệnh viện của Đại học Sahlgrenska ở Thụy Điển đã thay đổi hẳn quan niệm được biết rộng rãi lâu nay. Bằng chứng là các neuron mới hình thành trong não của người trưởng thành từ một nhóm các bệnh nhân ung thư giai đoạn cuối là những người đã đồng ý hiến não của họ cho nghiên cứu sau khi họ mất. Để theo dõi sự phát triển khối u, các bệnh nhân đã được tiêm bromodeoxyuridin (BrdU), một nucleotide bị biến đổi được phối kết vào DNA trong khi nhân đôi. DNA có chứa BrdU có thể được phát hiện chắc chắn và như vậy nó đánh dấu các tế bào đang phát triển và phân chia sau khi BrdU đi vào cơ thể. Gage và Ericksson lý giải là BrdU có thể đánh dấu không chỉ khối u đang phát triển nhưng cũng đánh dấu cả các tế bào trong não đã phân chia gần đây. Khi các bệnh nhân được khám nghiệm sau mất, có bằng chứng về các tế bào mới phân chia ở vùng hải mã ở từng não (**Hình 49.24**).

Việc khám phá ra các neuron phân chia ở não người trưởng thành đã giúp tìm thấy sự hiện diện của các tế bào gốc. Gợi nhớ lại từ Chương 20 và 46 là các tế bào gốc vẫn giữ khả năng phân chia vô hạn. Trong khi một số dòng



◀ **Hình 49.24** Một neuron mới sinh ở vùng hải mã của một người trưởng thành. Tất cả các tế bào màu đỏ trong ảnh hiển vi quang học này là các neuron. Tế bào có cả màu đỏ và màu xanh lục là neuron có BrdU gắn vào cho thấy rằng nó là kết quả của một sự phân chia tế bào gần đây.

tế bào vẫn không biệt hoá, thì những dòng khác biệt hoá thành các tế bào đặc biệt. Ở não, các tế bào gốc được gọi là các tế bào nguyên bào thần kinh và được xác định để trở thành neuron hoặc là tế bào đệm. Một mục đích của các nhà nghiên cứu là tìm ra một con đường để sinh ra các tế bào nguyên bào thần kinh của chính cơ thể để biệt hoá thành các loại neuron hoặc tế bào đệm khác nhau khi và ở nơi cần có chúng. Một tìm kiếm khác là khôi phục chức năng ở hệ TKTU bị tổn thương bằng cách cấy ghép các tế bào nguyên bào thần kinh nuôi cấy. Đã khảo cứu về tổ chức và chức năng của hệ TKTU, chúng ta sẽ nghiên cứu trong chương tiếp theo về các hệ thống giác quan thu thập các tín hiệu được xử lý bởi hệ TKTU như thế nào và làm thế nào các đáp ứng khởi phát bởi hệ TKTU dẫn tới sự co cơ và vận động.

## KIỂM TRA KHÁI NIỆM 49.5

1. So sánh bệnh Alzheimer và bệnh Parkinson.
2. Dopamine là một chất truyền thần kinh chủ đạo của hệ thần kinh. Hoạt động của dopamine liên quan như thế nào với tâm thần phân liệt, chứng nghiện và bệnh Parkinson?
3. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Giả sử rằng các nhà khoa học tìm ra một phương thức phát hiện bệnh Alzheimer ở giai đoạn rất sớm. Bạn có nghĩ rằng họ có thể quan sát thấy cùng những thay đổi ở não, mặc dù là ở mức độ ít rộng rãi hơn, với những gì nhìn thấy khi mổ tử thi các bệnh nhân mất do bệnh này? Giải thích.

Câu trả lời có trong Phụ lục A.

# Ôn tập chương 49

## TÓM TẮT CÁC KHÁI NIỆM THEN CHỐT

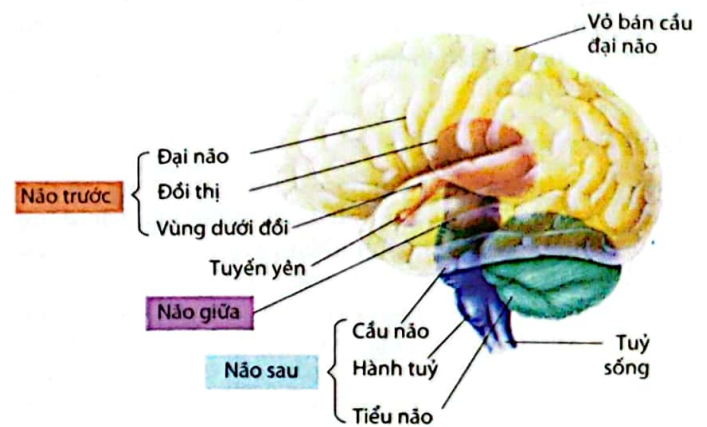
### KHÁI NIỆM 49.1

**Các hệ thần kinh gồm các vòng neuron và các tế bào đệm (tr. 1064-1069)**

- ▶ Các hệ thần kinh ở động vật không xương sống trải rộng từ các lưới thần kinh đơn giản tới các hệ thần kinh có tính trung tâm hoá cao gồm có các não bộ rất phức tạp và các thừng thần kinh bụng. Ở các động vật có xương sống, hệ thần kinh trung ương (TKTU) gồm não và tủy sống, chúng nằm ở phía lưng. Hệ TKTU tích hợp thông tin, trong khi các dây thần kinh của hệ thần kinh ngoại vi (TKNV) truyền các tín hiệu cảm giác và vận động giữa hệ TKTU và phần còn lại của cơ thể.
- ▶ **Tổ chức của hệ thần kinh ở động vật có xương sống**  
Các mạch thần kinh đơn giản nhất ở hệ thần kinh động vật có xương sống được tìm thấy trong các phản xạ, trong đó thông tin đầu vào được nối với đầu ra vận động mà không có sự tham gia của não. Các neuron ở động vật có xương sống được nuôi dưỡng bởi nhiều loại tế bào đệm, bao gồm các tế bào sao, tế bào nghèo nhánh, tế bào Schwann, tế bào thành não tủy và tế bào đệm toả tròn.
- ▶ **Hệ thần kinh ngoại vi** Hệ TKNV gồm các đôi dây thần kinh sọ và dây thần kinh tủy sống và các hạch kết hợp. Tín hiệu tới hệ TKTU theo các neuron hướng tâm và rời hệ TKTU qua các neuron ly tâm. Các neuron ly tâm hoạt động hoặc ở hệ vận động, chúng mang các tín hiệu tới cơ xương, hoặc ở hệ thần kinh tự động, chúng điều hoà các chức năng nội tạng tự động nguyên phát của cơ trơn và cơ tim. Hệ thần kinh tự động có ba phân hệ: hệ giao cảm, phó giao cảm chúng thường có các hiệu ứng đối lập trên các cơ quan đích, và hệ thần kinh ruột điều khiển hoạt động của ống tiêu hoá, tụy và túi mật.

### KHÁI NIỆM 49.2

**Não động vật có xương sống được biệt hoá theo vùng (tr. 1070-1074)**



- ▶ **Thần não** Cầu và hành não đóng vai trò là các trạm chuyển tiếp thông tin giữa hệ TKNV và não. Thở lưới, một mạng lưới các neuron trong thần não, nó điều hoà thức và ngủ.
- ▶ **Tiểu não** Tiểu não giúp phối hợp vận động, cảm giác và các chức năng nhận thức. Nó cũng liên quan trong học tập và nhớ các kỹ năng vận động.
- ▶ **Não trung gian** Đôi thị là trung tâm chính qua đó thông tin cảm giác và vận động đi tới đại não. Vùng dưới đồi điều hoà cân bằng nội môi và các hành vi sống còn cơ bản. Thêm nữa, nhân trên chéo thị của vùng dưới đồi hoạt động như một bộ tạo nhịp cho nhịp ngày đêm.
- ▶ **Đại não** Đại não có hai bán cầu, mỗi bán cầu có chất xám vỏ não phủ lên chất trắng và các nhân nền, chúng rất quan trọng trong các vận động học tập và lập kế hoạch. Ở các động vật có vú, vỏ đại não cuộn gấp cũng còn gọi là vỏ não mới. Thở chai là một dải dày của các sợi trục, nó cho phép liên hệ giữa vỏ não bán cầu trái và phải.

- **Tiến hoá của nhận thức ở các động vật có xương sống** Vùng não ở chim được gọi là đại não có chứa các nhóm nhân thực thì các chức năng tương tự như các chức năng được thực hiện bởi vỏ não ở động vật có vú.

### KHÁI NIỆM 49.3

**Vỏ não điều khiển vận động tự ý và các chức năng nhận thức (tr. 1075-1078)**

- **Mỗi bên bán cầu não có bốn thùy - trán, thái dương, chẩm, đỉnh - chúng có các vùng cảm giác sơ cấp và các vùng liên hợp.**
- **Xử lý thông tin ở vỏ não** Các dạng đặc hiệu của đầu vào cảm giác đi vào các vùng cảm giác sơ cấp. Các vùng liên hợp cận kề xử lý các đặc điểm riêng biệt trong đầu vào cảm giác và tích hợp thông tin từ các vùng cảm giác khác nhau. Ở vỏ não cảm giác soma và vỏ não vận động, các neuron được phân bố theo từng phần của cơ thể nơi phát sinh đầu vào cảm giác hoặc nhận các lệnh vận động.
- **Ngôn ngữ và tiếng nói** Các phần của thùy trán và thái dương bao gồm cả vùng Broca và vùng Wernicke là thiết yếu trong việc phát sinh và hiểu ngôn ngữ.
- **Sự phân hoá hai bên trong chức năng của vỏ não** Bán cầu não trái có vai trò ưu thế với ngôn ngữ và nó thường là tiêu điểm của các hoạt động logic và toán học. Bán cầu não phải tỏ ra mạnh hơn trong việc nhận thức và những suy nghĩ không lời. Tối thiểu một số trong chức năng thuận bên này có liên quan tới sự thuận tay.
- **Cảm xúc** Sự phát sinh và trải nghiệm các cảm xúc liên quan với nhiều vùng của não, với vùng hạnh nhân đóng vai trò chính trong việc nhận thức và tái hiện một số cảm xúc.
- **Ý thức** Các kỹ thuật hình ảnh về não hiện đại gợi ý rằng ý thức có thể là một đặc điểm nổi trội của não dựa trên hoạt động ở nhiều vùng của vỏ não.

### KHÁI NIỆM 49.4

**Những thay đổi trong các liên hệ synap tham gia vào trí nhớ và học tập (tr. 1078-1080)**

- Trong quá trình phát triển, có nhiều neuron và synap hình thành hơn mức cần thiết. Chết theo chương trình của các neuron và sự loại bỏ các synap trong phôi thai để thiết lập nên cấu trúc cơ bản của hệ thần kinh.
- **Tính mềm dẻo của thần kinh** Tái định hình của hệ thần kinh người trưởng thành thường xảy ra tại các synap. Những thay đổi có thể liên quan tới việc mất đi hoặc thêm lên một synap hoặc làm mạnh lên hoặc yếu đi của tín hiệu tại một synap.
- **Trí nhớ và học tập** Trí nhớ ngắn hạn dựa trên những liên hệ tạm thời ở vùng hải mã. Trong trí nhớ dài hạn, các liên hệ tạm thời này được thay thế bằng các đường liên hệ trong vỏ não. Sự chuyển đổi thông tin từ trí nhớ ngắn hạn thành dài hạn được tăng cường bởi sự liên hợp của các dữ liệu mới với dữ liệu đã có sẵn trong trí nhớ dài hạn.
- **Điện thế kéo dài** Điện thế kéo dài là sự tăng kéo dài về cường độ truyền đạt synap và có vẻ là một quá trình quan trọng trong việc lưu giữ trí nhớ và học tập.

### KHÁI NIỆM 49.5

**Các rối loạn hệ thần kinh có thể được giải thích ở góc độ phân tử (tr. 1080-1084)**

- **Tâm thần phân liệt** Tâm thần phân liệt có đặc điểm là có các hoang tưởng, ảo giác và các triệu chứng khác, ảnh

hưởng tới các con đường thần kinh sử dụng dopamine làm chất truyền đạt thần kinh.

- **Trầm cảm** Rối loạn lưỡng cực, đặc điểm bởi pha hưng cảm (hoạt động nhiều) và pha trầm cảm (hoạt động ít), và trầm cảm toàn thể với các bệnh nhân có trạng thái hoạt động ít kéo dài và thường được điều trị bằng các thuốc làm tăng hoạt động của các amine sinh học trong não.
- **Nghiện thuốc và hệ thống thưởng của não** Sử dụng thuốc bắt buộc có đặc điểm gây nghiện phản ánh sự thay đổi hoạt động của hệ thống thưởng trong não, hệ này thường tạo động lực cho các hoạt động như ăn, làm tăng cường sự sinh tồn và sinh sản.
- **Bệnh Alzheimer** Bệnh Alzheimer là bệnh giảm trí nhớ liên quan với tuổi trong đó có hình thành các mảng bám amyloid và đám rối tơ thần kinh trong não.
- **Bệnh Parkinson** Bệnh Parkinson là một rối loạn vận động do chết các neuron chế tiết dopamine và có liên quan tới sự hiện diện của sự kết tập protein.
- **Điều trị dựa trên tế bào gốc** Não người trưởng thành có các tế bào gốc có thể biệt hoá thành các neuron trưởng thành. Sự cảm ứng biệt hoá tế bào gốc và cấy ghép các tế bào gốc nuôi cấy là những phương pháp tiềm năng để thay thế cho các neuron mất đi trong chấn thương hoặc bệnh tật.

## KIỂM TRA KIẾN THỨC CỦA BẠN

### TỰ KIỂM TRA

- Sự thức tỉnh được điều hoà bởi thể lưới có ở
  - các nhân nền.
  - vỏ não.
  - thần não.
  - hệ limbic.
  - tuỷ sống.
- Phần nào trong các cấu trúc hoặc vùng sau đây là kết cặp *không đúng* với chức năng của nó?
  - hệ limbic - điều khiển vận động của tiếng nói.
  - hành tuỷ - điều khiển cân bằng nội môi.
  - vỏ não - phối hợp vận động và cân bằng.
  - thể chai - liên hệ giữa vỏ não bán cầu trái và phải.
  - vùng dưới đồi - điều hoà nhiệt độ, đói và khát.
- Vỏ não mới là gì?
  - một vùng não sơ cấp phổ biến ở bò sát và động vật có vú
  - một vùng nằm sâu trong vỏ não liên quan với sự hình thành nên những trí nhớ cảm xúc
  - một phần trung tâm của vỏ não tiếp nhận thông tin khứu giác
  - một lớp ngoài phụ thêm của các neuron ở vỏ bán cầu đại não đặc trưng ở các động vật có vú
  - một vùng liên hợp của thùy trán liên quan tới các chức năng nhận thức cao cấp
- Những bệnh nhân có tổn thương vùng Wernicke có khó khăn
  - phối hợp vận động chi.
  - phát sinh tiếng nói.
  - nhận thức các khuôn mặt.
  - hiểu ngôn ngữ.
  - trải nghiệm cảm xúc.

5. Phân hệ giao cảm của phần thần kinh tự động của hệ TKNV làm tất cả những điều sau ngoại trừ
- dẫn khí quản ở phổi.
  - ức chế sự giải phóng mật từ túi mật.
  - kích thích giải phóng glucose.
  - tăng nhịp tim.
  - kích thích các tuyến nước bọt.
6. Vỏ đại não đóng vai trò chủ yếu trong tất cả những điều sau ngoại trừ
- trí nhớ ngắn hạn.
  - trí nhớ dài hạn.
  - nhịp ngày đêm.
  - nhịp chân.
  - cầm giữ nhịp thở.
7. **HÃY VẼ** Vẽ một vòng đơn giản cho phản xạ co tay khi bị đau khiến bạn phải co tay lại khi bạn chạm ngón tay bạn lên một vật nhọn. (a) Sử dụng một vòng tròn tượng trưng cho tuỷ sống, ghi chú thích các loại neuron, hướng đi của dòng thông tin ở các vị trí của synap. (b) Vẽ một sơ đồ đơn giản về não chỉ ra nơi nào đau có thể được cảm nhận.

**Đáp án cho câu hỏi trắc nghiệm có trong Phụ lục A.**

## LIÊN HỆ VỚI TIẾN HOÁ

8. Các nhà khoa học thường dùng các phương tiện “suy nghĩ theo trật tự cao” để đánh giá trí thông minh ở các động vật khác. Ví dụ, chim được đánh giá là có các quá trình suy nghĩ phức tạp vì chúng có thể sử dụng các dụng cụ và dùng các khái niệm trừu tượng. Bạn thấy có vấn đề gì trong việc định nghĩa trí thông minh theo các cách này?

## TÌM HIỂU KHOA HỌC

9. Xem xét một người rất thành thạo về ngôn ngữ tín hiệu của Mỹ (American Sign Language, ASL) trước khi bị tổn thương bán cầu não trái. Sau khi tổn thương, người này vẫn có thể hiểu các tín hiệu, nhưng không thể tạo ra các tín hiệu chắc chắn để biểu hiện cho các suy nghĩ của anh ta. Hai giả thiết nào có thể giải thích phát hiện này, và làm thế nào bạn có thể phân biệt được giữa chúng?

## KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ XÃ HỘI

10. Với các phương pháp ngày càng tinh vi để quét hoạt động của não, các nhà khoa học đang phát triển nhanh chóng khả năng phát hiện các cảm xúc và các quá trình suy nghĩ của một người từ bên ngoài cơ thể. Bạn có thể hình dung thấy các lợi ích và các vấn đề nào khi mà kỹ thuật như vậy trở thành có sẵn?