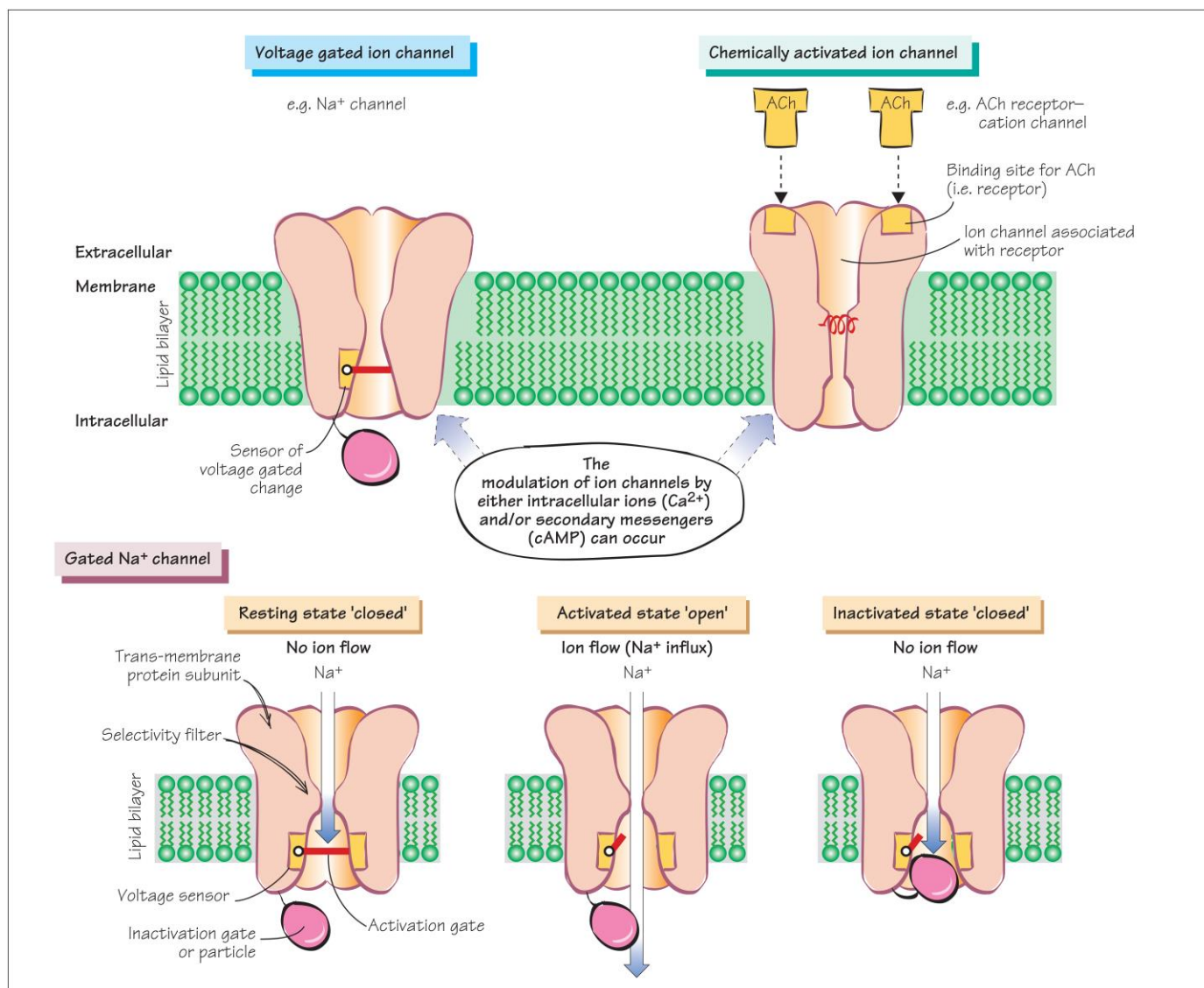


14. KÊNH ION



Hình 1: Các loại kênh ion ở màng tế bào

Kênh ion là một đại phân tử protein xuyên qua màng sinh học và cho phép các ion đi từ bên này đi sang phía còn lại của màng. Chiều di chuyển của một ion phụ thuộc vào chênh lệch nồng độ giữa hai màng của chính ion đó. Nhìn chung, các ion có xu hướng di chuyển từ nơi có nồng độ cao sang nơi có nồng độ thấp. Tuy nhiên, nếu có sự chênh lệch điện thế giữa hai phía của màng, có thể các ion vẫn không di chuyển mặc dù có sự chênh lệch về nồng độ. Một kênh ion có thể ở trạng thái đóng hoặc mở. Kênh ion có thể mở ra khi thay đổi điện thế giữa hai phía của màng (ví dụ như khử cực hoặc tạo ra điện thế động) hoặc có một chất hóa học gắn vào thụ thể nằm trên kênh ion hoặc thụ thể lân cận.

Có hai loại kênh ion được gọi là **kênh phụ thuộc điện thế** (hay **kênh nhạy cảm điện thế**) và **kênh phụ thuộc hóa học (ligand)**. Tuy nhiên sự phân loại này đôi khi không chính xác vì một số kênh phụ thuộc điện thế có thể được điều biến bằng các chất dẫn truyền thần kinh cũng như Ca^{2+} . Ngoài ra một số kênh ion lại không được mở bằng sự thay đổi điện thế hay ligand, thay vào đó được mở ra khi bị kích thích cơ học hoặc áp lực (ví dụ như thụ thể cảm giác bản thể hoặc thụ thể thính giác).

Đặc điểm quan trọng của kênh ion là chúng xuất hiện rất nhiều trên tế bào thần kinh và rất dễ bị kích thích bởi sự thay đổi điện học và được tìm thấy ở mọi nơi trên tế bào thần kinh nhưng lại ít trải rộng hơn

trên tế bào thần kinh đệm, đồng thời kênh ion cũng có mặt ở hàng loạt các loại tế bào khác, không chỉ tế bào thần kinh.

Tất cả các màng sinh học, bao gồm màng tế bào thần kinh, được tạo thành từ màng lipid kép và không dẫn điện, nói cách khác nghĩa là ion không thể xuyên qua nó. Do đó, để ion có thể xuyên qua thì cần phải có những cái “lỗ” (kênh ion) trên màng lipid kép hoặc có những “chất mang” (carrier), chất mang có nhiệm vụ tập hợp những ion ở một phía của màng và vận chuyển chúng qua phía bên kia. Trên tế bào thần kinh, tốc độ vận chuyển ion cần cho việc truyền tín hiệu là rất nhanh, vượt quá khả năng của bất kỳ hệ thống chất mang nào, do đó hệ thống kênh ion được tế bào thần kinh sử dụng để vận chuyển ion xuyên màng.

Những **đặc tính cơ bản của kênh ion** bao gồm:

- Được tạo thành từ nhiều tiểu đơn vị protein xuyên màng và cho phép ion đi từ bên này sang phía bên kia – **transmembrane pore** (*lỗ xuyên màng*)
- Phải có khả năng chuyển đổi qua lại giữa trạng thái **đóng** và **mở**. Đôi khi sự chuyển đổi này cần trải qua một vài bước trung gian.
- Có thể mở ra khi nhận một kích thích đặc hiệu. Hầu hết kênh ion có một bộ phận nhạy cảm với sự thay đổi điện thế và sẽ mở ra khi có sự xuất hiện của điện thế khử cực, tức là khi điện thế màng tế bào ít âm hơn điện thế nghỉ (khoảng -70 đến -80 mV).

Ngược lại, một vài kênh, đặc biệt những kênh ion tại synapse, không mở ra khi có sự thay đổi điện thế mà mở ra bởi một chất hóa học (ligand), ví dụ acetylcholine (ACh). Những kênh ion này có một **thụ thể** cho ligand gắn vào và làm cho kênh ion chuyển sang trạng thái mở. Tuy nhiên, nhiều kênh ion sở hữu cả bộ phận nhạy cảm điện thế và thụ thể cho ligand; sự hiện diện của ion nội bào hoặc chất truyền tin thứ hai (ví dụ cAMP) giúp **điều biến** dòng ion xuyên qua màng tế bào sinh ra do quá trình phụ thuộc điện thế.

Sự kích hoạt (activation) bộ phận nhạy cảm điện thế hoặc thụ thể hóa học dẫn đến mở “**cổng**” trên kênh ion, và cho phép ion đi xuyên qua kênh. Sau đó kênh được đóng lại bằng cách **bất hoạt** (deactivation) (đơn giản là sự đảo ngược của việc mở cổng) hoặc **ức chế** (inactivation) bằng một cổng thứ hai có tác dụng đóng kênh nhưng hoạt động chậm hơn cổng kích hoạt (gây mở kênh ion), do đó có một khoảng thời gian kênh được mở cho ion đi qua.

Kênh có thể **chọn lọc** hoặc **không chọn lọc** ion đi qua nó. Nếu kênh chỉ cho phép một ion xác định đi qua thì kênh được gọi là kênh chọn lọc, tính chọn lọc của kênh đạt được do kênh có **bộ lọc**. Tên của kênh ion được gọi theo tính chọn lọc của nó, ví dụ kênh Na^+ . Tuy nhiên, một số kênh ion không có tính chọn lọc, chúng cho phép nhiều loại ion mang điện tích tương tự nhau đi qua, ví dụ kênh ion dương ACh.

Một số đại lượng vật lý có thể được dùng để mô tả tổng quát về một kênh ion. Chuỗi các ion đi qua kênh được gọi là **dòng điện** (current); trong khi đó **độ dẫn** (conductance) được định nghĩa là nghịch đảo của kháng trở (dòng điện/ điện thế) và đại diện cho khả năng ion đi qua kênh dễ dàng. **Tính thấm** được định nghĩa là tốc độ vận chuyển của một chất hoặc ion qua màng tế bào đối với một chênh lệch nồng độ nhất định.

Có rất nhiều nhóm kênh ion và thậm chí trong cùng một nhóm kênh chọn lọc cho một loại ion cũng phân nhiều nhóm nhỏ, ví dụ có ít nhất năm nhóm kênh K^+ khác nhau.

Số lượng và loại của kênh ion chi phối đặc tính đáp ứng của tế bào. Trên tế bào thần kinh, điều này được thể hiện bằng tốc độ phát sinh điện thế động và đáp ứng của tế bào với kích thích từ synapse.

Những rối loạn của kênh ion trên lâm sàng

Nhiều thuốc tác dụng lên kênh ion, bao gồm thuốc tê tại chỗ và một số thuốc chống động kinh. Tuy nhiên, những năm gần đây nhiều rối loạn thần kinh, chủ yếu ở cơ, có nguyên nhân do đột biến tại kênh Na^+ và kênh Cl^- . Những tình trạng này bao gồm nhiều thể khác nhau của **loạn trương lực cơ (myotonia)** (cơ vận

không thể thư giãn ngay lập tức sau khi thực hiện cơ chủ ý, nói cách khác không thả tay ra một cách dễ dàng sau khi cầm đồ vật nào đó) và nhiều dạng của **liệt chu kỳ (periodic paralyse)** bệnh nhân có những cơn liệt mềm thoáng qua ở một phần hoặc toàn bộ cơ thể.

Ngoài ra, một số dạng **migraine** liệt nửa người có tính gia đình và rối loạn chức năng tiểu não liên quan đến bất thường kênh Ca^{2+} , và một số loại động kinh có thể do rối loạn một số kênh ion đặc hiệu. Trong những rối loạn khác, có sự tái phân bố hoặc biểu hiện của những kênh ion bình thường không có chức năng. Hiện tượng này thường xảy ra cạnh nút Ranvier sau tổn thương mất myelin trung ương trong bệnh **Multiple Sclerosis (Đa xơ cứng)** và mất myelin ngoại biên trong hội chứng **Guillain Barré**, hậu quả là cản trở sự lan truyền của điện thế động. Cuối cùng, trong một vài trường hợp, tự kháng thể (đôi khi do phản ứng chống lại khối u) tác động lên kênh ion phụ thuộc điện thế, tạo nên những rối loạn thần kinh trung ương (ví dụ kháng kênh K^+ phụ thuộc điện thế trong bệnh **viêm não viêm - limbic encephalitis**) cũng như rối loạn hệ thần kinh ngoại biên (kháng kênh Ca^{2+} phụ thuộc điện thế trong **hội chứng nhược cơ Lambert-Eaton**).

Cá nóc là một loại động vật có xương sống nguy hiểm đứng hàng thứ hai trên thế giới. Chúng tạo ra chất độc (tetrodotoxin) gắn đặc hiệu lên kênh Na^+ , ngăn chặn Na^+ vào tế bào thần kinh, gây tê liệt hệ thần kinh và có thể giết một người trong vòng 24 giờ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Barker R.A và Cicchetti F (2012). *“Neuroanatomy and Neuroscience at a Glance” 4ed.*