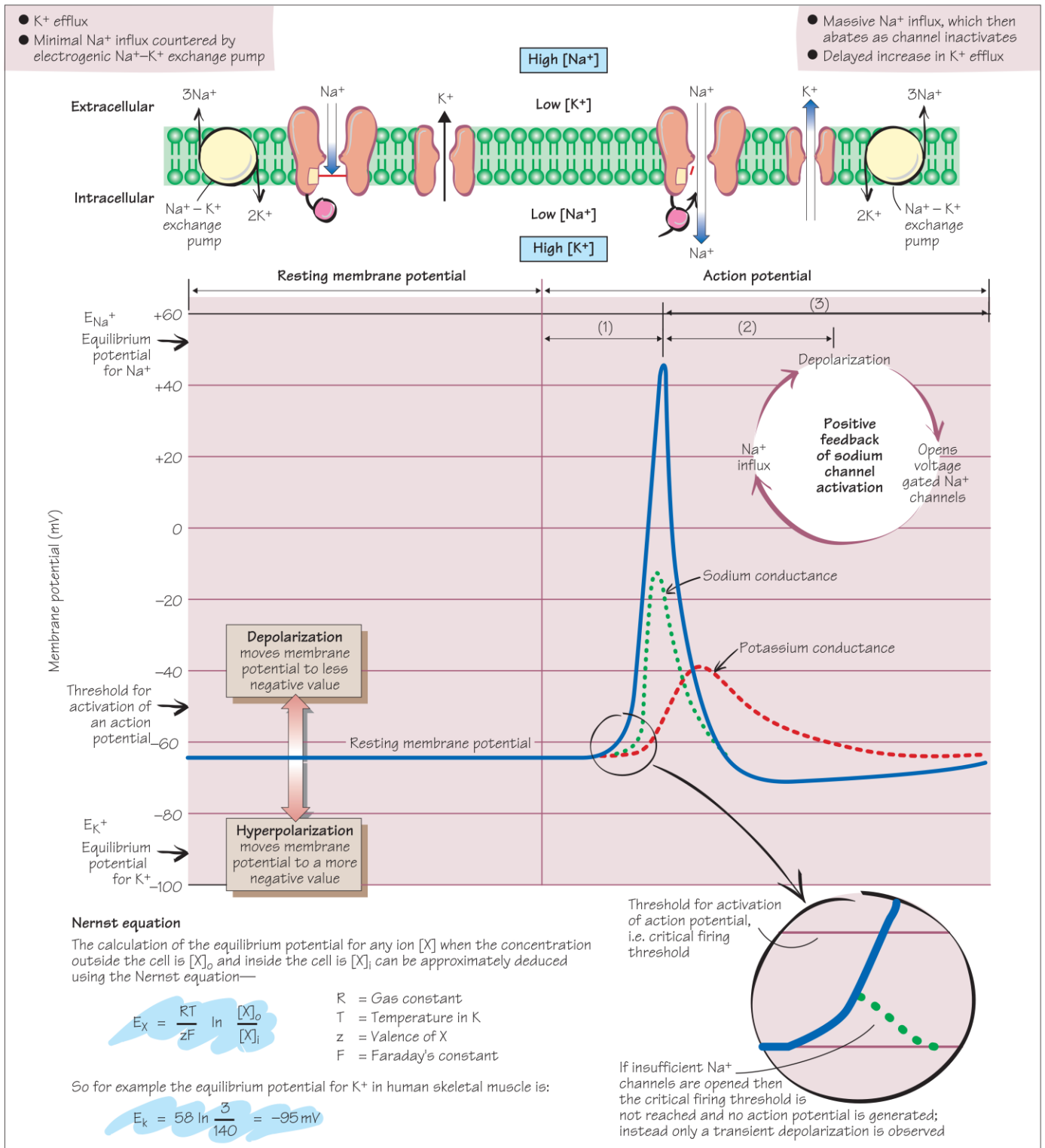


15. ĐIỆN THẾ NGHỈ VÀ ĐIỆN THẾ ĐỘNG



Hình 1: Điện thế nghỉ và điện thế động ở màng tế bào

Điện thế nghỉ

Trong trạng thái nghỉ, tế bào thần kinh ít thẩm ion. Đây là yếu tố quan trọng trong việc hình thành điện thế nghỉ.

Ion chủ yếu bên trong tế bào là K^+ , trong khi đó ở ngoài tế bào là Na^+ , do đó, K^+ có xu hướng đi ra ngoài tế bào, Na^+ đi vào trong tế bào, theo chênh lệch nồng độ giữa hai bên của màng tế bào. Sự di chuyển của ion dương K^+ ra ngoài tạo nên điện thế âm của màng tế bào hay **quá phân cực**, ngược lại nếu dòng ion dương đi vào trong tế bào gọi là **khử cực**. Tuy nhiên, màng tế bào lúc nghỉ ít thẩm với ion Na^+ nhưng lại thẩm tương đối với ion K^+ . Do đó, trong lúc nghỉ, K^+ có xu hướng đi ra ngoài làm giảm sự chênh lệch nồng độ giữa trong và ngoài màng, tạo nên điện thế âm bên trong màng, và việc này dừng lại khi lực kéo K^+ ra ngoài do chênh lệch nồng độ cân bằng với điện thế âm (điện thế màng, có tác dụng kéo K^+ vào trong) được tạo ra do K^+ đi ra ngoài tế bào.

Điện thế màng tại trạng thái cân bằng này gọi là **điện thế cân bằng của K^+** (E_{K^+}) và có thể được suy ra từ **phương trình Nernst** (xem chi tiết trên hình). Thực tế, điện thế màng đo được cao hơn lý thuyết đôi chút do màng tế bào thẩm một ít ion Na^+ ở trạng thái nghỉ. Lượng nhỏ ion Na^+ này vào tế bào sẽ được bơm ra ngoài thông qua bơm Na^+-K^+ phụ thuộc ATP, hoạt động của bơm cũng góp phần nhỏ trong việc tạo điện thế màng. Vai trò chủ yếu của bơm Na^+-K^+ là duy trì chênh lệch nồng độ hai bên màng tế bào, và góp phần tạo điện thế màng do nó bơm ba ion Na^+ ra ngoài nhưng chỉ bơm hai ion K^+ vào trong màng tế bào. Nó chỉ đóng góp một phần nhỏ trong việc tạo nên điện thế nghỉ.

Điện thế động

Một trong những đặc tính cơ bản của hệ thần kinh là khả năng thành lập và dẫn truyền xung điện thế. Các xung điện thế này có thể ở dạng điện thế nguồn (generator potential), điện thế synapse và điện thế động. Điện thế động được định nghĩa là xung điện thế đơn độc lan truyền dọc theo một sợi trục.

Điện thế động hoạt động theo kiểu **tất cả hoặc không có gì**, nghĩa là khi kích thích đạt tới ngưỡng sẽ sinh ra một điện thế động. Do đó, thông tin được hệ thần kinh mã hóa theo tần số sinh ra điện thế động chứ không phải theo biên độ điện thế động. Điện thế ngưỡng là điện thế mà tại đó dòng ion nhập bào (chủ yếu là dòng ion Na^+) lớn hơn dòng ion ra khỏi tế bào (chủ yếu là dòng ion K^+), điển hình khoảng -55mV. Điện thế ngưỡng dễ đạt được nhất tại gò sợi trục, tại đây tập trung nhiều kênh ion Na^+ nhất, do đó đây là nơi sinh ra điện thế động của tế bào thần kinh. Tuy nhiên, nếu mức độ khử cực không đạt tới ngưỡng thì sẽ không sinh ra điện thế động và tín hiệu sẽ không được dẫn truyền dọc sợi trục.

Các bước hình thành điện thế động

1. Điện thế khử cực mở kênh Na^+ phụ thuộc điện thế trên màng tế bào, cho phép dòng Na^+ đi vào theo sự chênh lệch điện hóa hai bên màng của Na^+ (tăng dẫn truyền Na^+). Do đó màng tế bào được khử cực nhiều hơn và làm mở nhiều kênh Na^+ hơn theo một **vòng phản hồi dương tính** (positive feedback loop). Khi số lượng kênh Na^+ mở ra đủ nhiều, khi đó dòng ion Na^+ vào trong tế bào nhiều hơn dòng ion K^+ đi ra ngoài tế bào, sẽ làm mở hàng loạt kênh Na^+ , làm điện thế khử cực của màng tế bào hướng đến **điện thế cân bằng của Na^+** (xấp xỉ +55mV). Khi đó, đỉnh điện thế động được tạo ra, nhưng không thể đạt đến điện thế cân bằng của Na^+ do dòng K^+ nhập bào liên tục gia tăng.

2. Pha xuống của điện thế động diễn ra sau khi kênh Na^+ chuyển sang trạng thái ức chế (inactivation). Sự ức chế này phụ thuộc điện thế, tức là xảy ra khi có sự khử cực màng tế bào, nhưng xảy ra sau và chậm hơn quá trình mở kênh. Trong pha xuống, dòng K^+ phụ thuộc điện thế chiếm vị trí chủ đạo và cũng xảy ra khi có sự khử cực màng nhưng xảy ra sau quá trình ức chế kênh Na^+ . Sự hoạt hóa kênh K^+ phụ thuộc điện thế này

tạo nên một khoảng ngắn quá phân cực ở màng tế bào trước khi những kênh K^+ này được bất hoạt và điện thế màng trở lại trạng thái nghỉ.

3. Ngay sau đỉnh của điện thế động là giai đoạn trơ, khi đó tế bào thần kinh không thể bị kích hoạt (giai đoạn trơ tuyệt đối) hoặc chỉ được kích hoạt khi có kích thích trên ngưỡng nhưng tạo đáp ứng kém hơn (giai đoạn trơ tương đối). Giai đoạn trơ tuyệt đối xảy ra khi các kênh Na^+ bị ức chế tối đa, còn giai đoạn trơ tương đối xảy ra khi hầu hết các kênh Na^+ trở về trạng thái nghỉ nhưng đang có dòng K^+ xuất bào. Giai đoạn trơ có hai ý nghĩa quan trọng trong việc hình thành và dẫn truyền điện thế động. Đầu tiên, điện thế động chỉ được dẫn truyền theo một hướng, ra xa nơi nó được tạo ra, thứ hai, giới hạn tần số tối đa mà điện thế động có thể được sinh ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

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