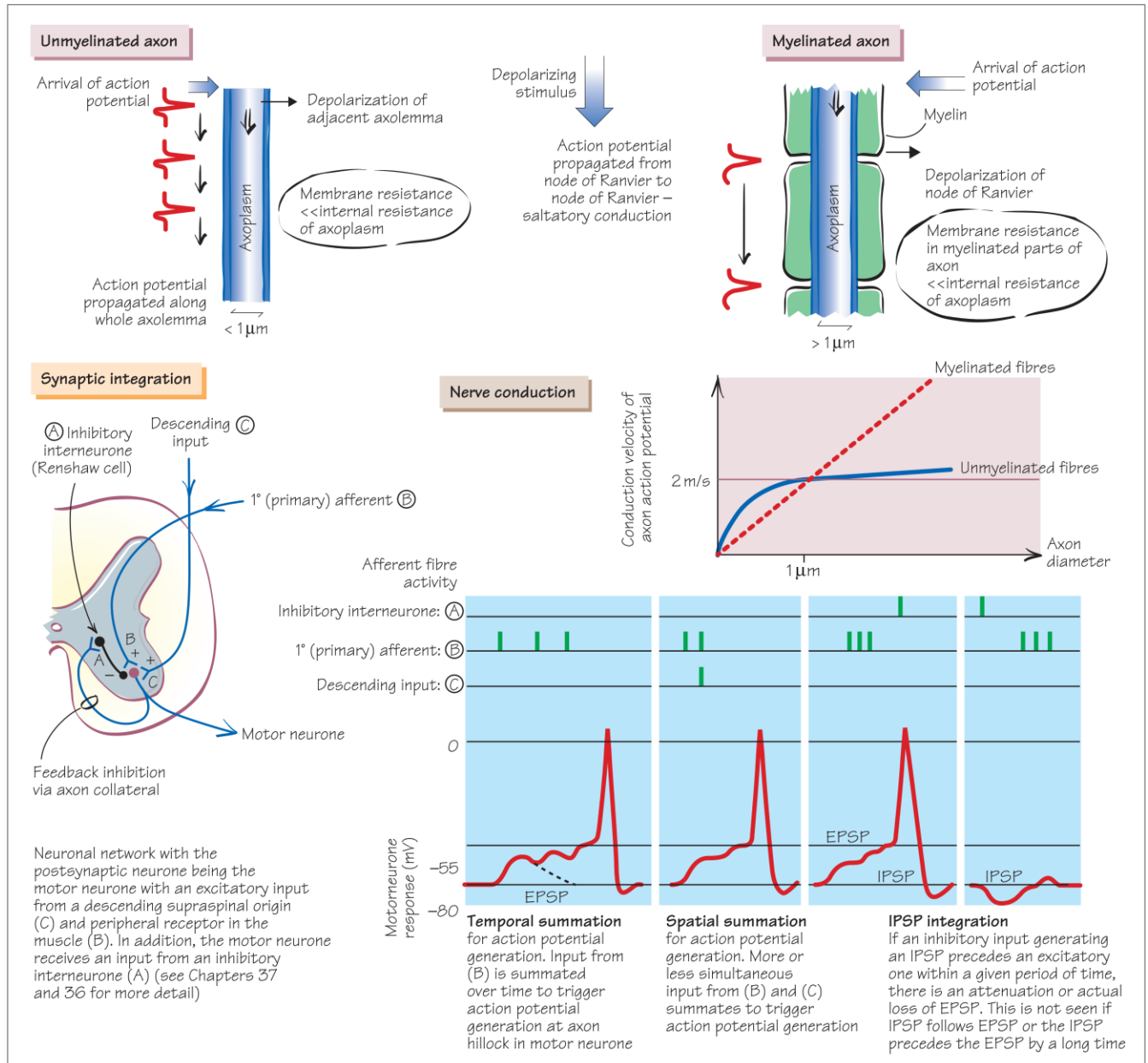


17. DẪN TRUYỀN THẦN KINH VÀ LIÊN HỢP SYNAPSE



Hình 1: Dẫn truyền thần kinh trên các loại sợi trục và Sự liên hợp synapse.

Dẫn truyền thần kinh

Sự lan truyền điện thế động là kết quả của sự lan truyền của dòng điện được tạo ra do mở kênh Na^+ ở pha khử cực của xung thần kinh. Tuy nhiên sự lan truyền của dòng điện không giống nhau xuyên suốt chiều dài của sợi thần kinh, tốc độ và biên độ của tín hiệu được dẫn truyền có thể bị thay đổi trong quá trình dẫn truyền. Hệ thần kinh khắc phục những khó khăn này bằng cách bao bọc bên ngoài sợi trục có đường kính cố định bằng những bao myelin, những bao myelin này cách nhau bởi những nút Ranvier.

- Ở những sợi trục không có myelin, về mặt lý thuyết thì điện thế động lan tới một điểm sẽ gây khử cực ở màng tế bào ngay phía trước và phía sau, nơi nó vừa đi qua, nhưng màng tế bào ở điểm nó vừa đi qua sẽ trải qua giai đoạn trơ, do đó điện thế động chỉ được dẫn truyền theo một chiều. Dòng điện có xu hướng đi xuyên qua màng tế bào (do bào tương trong sợi trục có kháng trở cao với dòng điện), và dòng điện này có trị số lớn nhất tại vị trí sát điện thế động. Ở những sợi thần kinh không có myelin, đặc biệt là những sợi thần kinh có đường kính rất nhỏ, bào tương trong những sợi trục này có kháng trở rất cao với dòng điện, thì dòng điện vẫn có thể được dẫn truyền nhưng tốc độ thì rất thấp. Do đó, tốc độ dẫn truyền có thể tăng lên bằng cách (1) tăng đường kính của sợi trục (ví dụ điển hình nhất là sợi trục khổng lồ ở mực ống với đường kính khoảng 1mm) hoặc (2) bọc lại sợi trục bằng vật chất có tính cách điện, như là myelin với hàm lượng lipid cao.
- Sự dẫn truyền ở những sợi có myelin diễn ra với trình tự giống hệt như dẫn truyền trên sợi không có myelin, nhưng có một điểm khác biệt quan trọng: sự lan truyền điện thế động gặp phải bao myelin bao bọc quanh sợi trục có điện trở cao và điện dung thấp. Do đó, điện thế khử cực chạy dọc theo bào tương của sợi trục cho đến khi tới được nút Ranvier có điện trở thấp, tại đây tập trung rất nhiều kênh Na^+ và điện thế động sẽ được sinh ra tại vị trí này. Vì vậy điện thế động được dẫn truyền dọc theo sợi trục từ nút này tới nút khác, được gọi là sự dẫn truyền theo kiểu nhảy cóc. Việc myelin hóa cho phép dẫn truyền với tốc độ nhanh hơn trong khi giảm gánh nặng chuyển hóa năng lượng cho tế bào. Nó cũng tăng khả năng dẫn truyền của hệ thần kinh, những sợi có đường kính nhỏ có thể thực hiện sự dẫn truyền với vận tốc cao. Thực tế hầu hết những sợi trục có đường kính hơn 1µm đều được myelin hóa.

Trên lâm sàng, khi những bao myelin bị tổn thương sẽ làm rối loạn sự dẫn truyền thần kinh, ví dụ trong **hội chứng Guillain-Barré** với hủy myelin do viêm ở hệ thần kinh ngoại biên, hay **xơ cứng rải rác (multiple sclerosis)** ở hệ thần kinh trung ương. Trong cả hai trường hợp trên đều có sự mất myelin, đặc biệt tại vị trí gần kề nút Ranvier, làm giảm độ dài vùng sợi trục được bao bởi myelin. Hậu quả là điện thế động phải lan đến vùng màng tế bào rộng hơn, và một phần màng này chứa ít kênh Na^+ hơn do đó không thể được kích hoạt một cách bình thường như tại nút Ranvier. Điều này dẫn đến hậu quả làm giảm tốc độ lan truyền điện thế động, và nếu bao myelin mất đủ nhiều thì điện thế động không thể tiếp tục dẫn truyền, hiện tượng này được gọi là block dẫn truyền.

Liên hợp synapse

Mỗi tế bào thần kinh tiếp nhận hàng trăm synapse, và mỗi tín hiệu nhận vào sẽ được liên hợp lại với nhau để tạo nên đáp ứng của tế bào thần kinh đó, quá trình này có thể tổng hợp tín hiệu nhận được từ những nơi khác nhau ở cùng một thời điểm (**spatial summation - tổng kế theo không gian**) hay tổng hợp một hoặc vài tín hiệu đi vào ở các thời gian khác nhau (**temporal summation - tổng kế theo thời gian**).

Tiền synapse

Khu vực tận cùng thần kinh tiền synapse thường chứa một loại chất dẫn truyền thần kinh, tuy nhiên một tận cùng tiền synapse giải phóng nhiều hơn một loại chất dẫn truyền thần kinh cũng đã được mô tả (gọi là đồng truyền- **cotransmission**). Số lượng chất dẫn truyền thần kinh không chỉ phụ thuộc mức độ khử cực của màng trước synapse, mà còn phụ thuộc vào mức độ tổng hợp chất dẫn truyền thần kinh, hoạt động của tự thụ thể ức chế tiền synapse và phụ thuộc vào cả những tín hiệu nhận được từ những synapse đến từ sợi trục của tế bào thần kinh khác (axoaxonic synapse). Những synapse này

(axoaxonic synapse) thường là những synapse ức chế và thường hiện diện trên con đường cảm giác đau.

Hậu synapse

Những chất dẫn truyền thần kinh được giải phóng tác động lên những protein đặc biệt ở màng sau synapse, còn gọi là thụ thể, và cả những tự thụ thể màng trước synapse ở một vài synapse. Khi sự gắn kết của chất dẫn truyền thần kinh vào thụ thể dẫn đến dòng ion dương nhập bào và gây khử cực màng sau synapse thì synapse này được gọi là synapse kích thích, trong khi đó nếu sự gắn kết vào thụ thể dẫn đến dòng ion âm nhập bào hoặc dòng ion dương xuất bào gây quá phân cực thì synapse này được gọi là synapse ức chế.

- **Điện thế kích thích hậu synapse (EPSPs)** là điện thế khử cực được đo được tại tế bào sau synapse sau khi nhận tín hiệu từ synapse kích thích. Điện thế động có thể được sinh ra từ những EPSPs nếu chúng được tổng hợp lại theo không gian (tổng kế theo không gian) hoặc thời gian (tổng kế theo thời gian). **Tổng kế theo không gian** là sự tổng hợp vài EPSPs từ những synapse khác nhau bởi tế bào sau synapse với điện thế khử cực đủ lớn để tạo nên điện thế động. Ngược lại sự **tổng kế theo thời gian** là sự tổng hợp những EPSP từ một hoặc một vài synapse theo thời gian cho đến đạt đến ngưỡng sinh ra điện thế động.
- **Điện thế ức chế hậu synapse (IPSPs)** gây quá phân cực màng sau synapse, thông thường do sự nhập bào của dòng Cl^- hoặc sự xuất bào của dòng K^+ thông qua kênh ion của chúng. IPSPs có vai trò quan trọng trong việc điều hòa đáp ứng của tế bào thần kinh đối với những tín hiệu kích thích (xem hình). Do đó những synapse ức chế được tìm thấy tại những vị trí then chốt trên tế bào thần kinh - phần gần gốc của sợi nhánh và thân tế bào thần kinh - để có thể kiểm soát tín hiệu nhận vào từ phần lớn sợi nhánh. Thêm vào đó, một số tế bào thần kinh có thể kiểm soát tín hiệu xuất ra của chính nó bằng cách sử dụng những sợi trục phụ hoặc những neuron trung gian tại chỗ có tác dụng ức chế (**phản hồi ức chế**), ví dụ tế bào vận động và tế bào Renshaw ở tủy sống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

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