

Điện thế màng và điện thế hoạt động

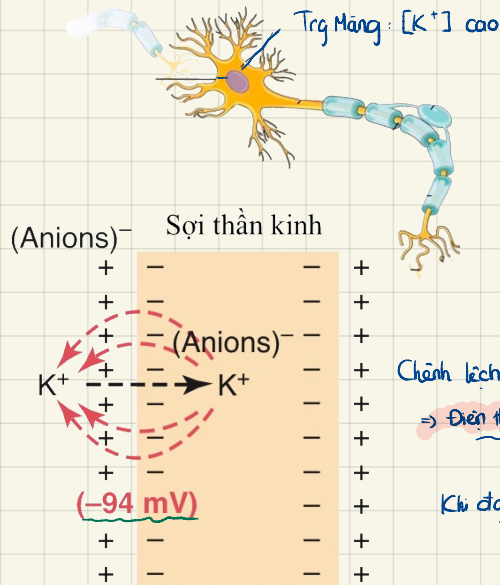
Cơ sở vật lý

Mọi tb đều có điện thế ở 2 bên màng tb

Cơ sở Vật lý:

ĐTMàng tạo bởi [ion]

★ Màng bán thấm có tính chọn lọc



Giả sử: [ở TB TK ĐV có Vũ]

Màng chủ permeable K+, permeable ion ≠

Chênh lệch [] trg - ng

Xu hướng: Khuếch tán K+ ra ngoài
qua Màng bán thấm (Mtb)

Chênh lệch điện thế trg - ng

⇒ Điện thế khuếch tán

K+ + điện tích ⊕ ra ng

Điện tích ⊕ bên trg

Khi đạt đến mức: = cho K+ ra ngoài - dù [K+ trg] > [K+ ng]

↓
Âm Trg - Dương Ng

Trường hợp khác

[Na+ Ng] cao + [Na+ trg] thấp

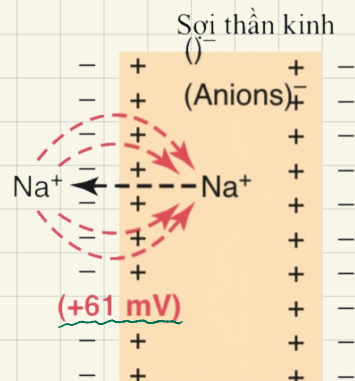
↓
[Na+] vào trg, ion ≠ e đi qua

↓
Khuếch tán Na+ ra

↓
điện tích ⊕ ra → ⊕ ng

↓
Điện tích ⊕ trong

↓
Điện thế khuếch tán: ≈ 61 mV



→ Do sự chênh lệch K+ và Na+ khác nhau

⇒ Sự hình thành điện thế khuếch tán qua màng khác nhau

⇒ D'đk thích hợp sự chênh [] các ion qua màng bán thấm chọn lọc

↓
Tạo Điện thế màng

↓
Thay đổi trg suốt q trình tr' xung động TK, cơ

↓
xảy ra nhanh chóng của ĐTMàng

Mindmaps-Tina
Cùng học Y khoa
Linh

Điện thế màng và điện thế hoạt động

Phương trình Nernst

⇒ D'đk thích hợp sự chênh lệch $[]$ các ion qua màng bán thấm chọn lọc



Tạo Điện thế màng



Thay đổi trạng thái kênh tr^+ xung động TK, cơ



Xảy ra nhanh chóng của ĐTM

Phương trình Nernst

↳ Lq giữa Điện thế khuếch tán và hiệu $[]$ ion

Điện thế Nernst đối với 1 ion đối với 1 loại tb

⇒ Điện thế hai bên màng đạt giá trị đủ để ngăn sự khuếch tán ion đó qua màng

* Giá trị ĐThế Nernst

+ Bt qđnh = tỉ lệ $[]$ các ion db ở 2 bên màng - $[]$ ion càng lớn →

[Tỉ lệ càng lớn → Chênh lệch lớn → xu thế khuếch tán ion càng mạnh

→ ĐThế Nernst càng cao

Phương trình Điện thế Nernst

[ion hoá trị I]

$$\text{Có: } \Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln(Q)$$

$$\Delta G = -nFE$$

$$\Rightarrow -nFE = -nFE_{\text{cell}} + RT \ln Q$$

$$\Delta G^\circ = -nFE_{\text{cell}}^\circ$$

$$\Rightarrow (E_{\text{cell}} - E) nF = RT \ln Q$$

$$\text{và: } F =$$

$$\Rightarrow E_{\text{cell}} = E + \frac{RT \ln Q}{nF}$$

Hoặc:

$$EMF (mV) = \pm \frac{61}{z} \times \log \frac{[ion]_{\text{in}}}{[ion]_{\text{out}}}$$

với z : điện tích ion; $K^+ = 1$

$$\text{vd: } [K^+]_{\text{in}} = 10 [K^+]_{\text{out}}$$

$$\Rightarrow EMF = \pm \frac{61}{1} \times \log 10 \Rightarrow 61 \text{ mV}$$

+ Với pt này Điện thế ng màng luôn thừa nhận = 0

+ Còn Điện thế Nernst là bên trng tb

⇒ nếu ion $\ominus$ khuếch tán từ Trg → Ng → Điện thế $N \ominus$

⇒ Nếu ion $\oplus$ khuếch tán từ Trg → Ng → Điện thế $N \oplus$

Mindmaps-Tina

Signature

Cùng học Y Khoa

Điện thế màng và điện thế hoạt động

Phương trình Goldman

Phương trình Goldman

→ Chi màng thành nh. ion + nhau

→ Điện tích khuếch tán phụ E

dấu của ion

trình thành P của màng → ion

$[ion]_{in} + [ion]_{out}$

$$\Rightarrow EMF (mV) = -61 \times \log \frac{C_{in}^{+} P^{+} + C_{out}^{-} \times P^{-}}{C_{out}^{+} P^{+} + C_{in}^{-} \times P^{-}}$$

vd: Tính điện thế trq màng khi 2 ion $\oplus$: Na^{+} và K^{+} ; 1 ion $\ominus$ Cl^{-} di ch^o ra ng màng

$$EMF = -61 \times \log \frac{C_{Na^{+}in} \times P_{Na^{+}} + C_{K^{+}in} \times P_{K^{+}} + C_{Cl^{-}out} \times P_{Cl^{-}}}{C_{Na^{+}out} \times P_{Na^{+}} + C_{K^{+}out} \times P_{K^{+}} + C_{Cl^{-}in} \times P_{Cl^{-}}}$$

Chú ý: Sự chênh lệch $[ion]$ ⇒ xđ Điện Thế Màng

Tính thành của ion càng cao ⇒ Ion đó càng qntrng trq việc tạo Điện Thế Màng

→ vd nếu K^{+} , Cl^{-} = thành qua màng

→ Điện thế màng chủ E chênh lệch $[Na^{+}]$ và bằng đúng Điện thế Nernst của Na^{+}

Nếu $[ion^{+}]_{in} > [ion^{+}]_{out} \Rightarrow$ Tạo điện thế âm trq màng

$[ion^{-}]_{out} > [ion^{-}]_{in} \Rightarrow$ Tạo điện thế âm trq màng

Lý do: K^{+} $[ion^{+}]_{in} > [ion^{+}]_{out}$

$[ion^{+}]_{in}$ khuếch tán ra ng

điện tích $\oplus$ ra ng, ion $\ominus$ ở lại

Điện thế $\ominus$ trq màng

$[Cl^{-}]_{out} > [Cl^{-}]_{in}$

Cl^{-} khuếch tán đi vào trq

ion $\ominus$ vào, ion $\oplus$ ở lại

Điện thế trq màng âm

khi có xung động TK Tính thành Na^{+} và K^{+} biến đổi cực nhanh

Tính thành Cl^{-} biến đổi chậm

⇒ Tính thành Na^{+} , K^{+} = có ý nghĩa nh^o với sự truyền tín hiệu TK

* Đo điện thế màng

Pipet nhỏ cắm vào d^o điện giải

xuyên qua m.b

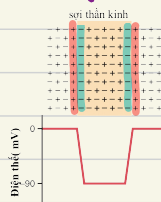
vào trq sợi

Máy Vol kế

↓ đo

→ Tạo sự chênh lệch điện thế trq -ng trq qtrnh lan truyền xung TK

Địch ng báo d^o đặt 1 điện cực trung tính



→ Các điện thế âm trq màng / Điện thế $\oplus$ ng màng

→ dọc theo sợi TK

Sự thay đổi d^o ng của ĐTM

Khi chọc qua màng tb → điện thế giảm → tăng lên lại khi ra khỏi tb

Chỉ 1 lượng ion $\ominus$ ra ng

→ chỉ ptriển kết điện thế lưỡng cực ở trq màng ⇒ $1.3 \times 10^6 \rightarrow 1.10^8$ có thể tạo ra

Chỉ 1 lượng ion $\oplus$ vào trq

⇒ đủ để tăng điện thế màng → +35mV.

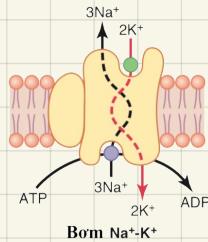
Điện thế màng và điện thế hoạt động

Điện thế nghỉ

Điện thế nghỉ của sợi TK.

Các sợi TK trong trạng thái nghỉ (= truyền xung TK)

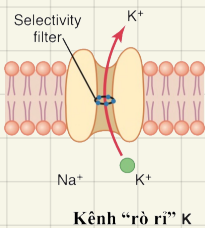
⇒ Điện thế nghỉ ≈ -90 mV



- Bơm Na⁺/K⁺ là 1 bơm điện tích rất mạnh
- Nhưng 3Na⁺ đi ra, 2K⁺ đi vào → Hao hụt điện tích ⊕ Trg màng → Điện tích (-) trg màng

$$\left. \begin{array}{l} [Na^+]_{out} = 142 \text{ mEq/l} \\ [Na^+]_{in} = 14 \text{ mEq/l} \end{array} \right\} \rightarrow \text{Tỉ lệ: } 0,1$$

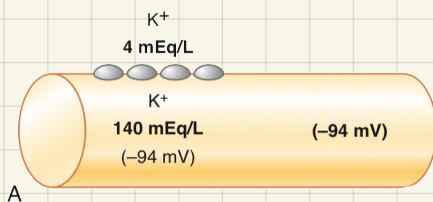
$$\left. \begin{array}{l} [K^+]_{out} = 4 \text{ mEq/l} \\ [K^+]_{in} = 140 \text{ mEq/l} \end{array} \right\} \rightarrow \text{Tỉ lệ: } 35$$



- Kênh protein = Kênh K⁺ = Kênh rò rỉ K⁺
- K⁺ bị rò rỉ ngay cả khi tb đang nghỉ
- Có thể rò rỉ 1 lượng nhỏ Na⁺
- ⇒ Chưa khoa' để' trk Điện thế Nghỉ

⇒ Sự hình thành điện thế nghỉ

→ Điện thế màng lúc nghỉ do sự khuếch tán K⁺ gây ra

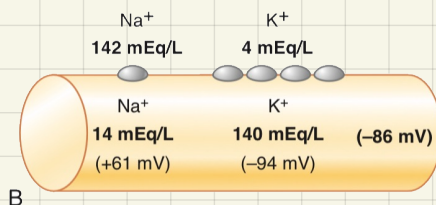


Lúc này chỉ kênh rò rỉ K⁺ mở

$$\rightarrow \text{Tỉ lệ } [K^+]_{in/out} = 35 : 1$$

$$\rightarrow \text{Khuếch tán } K^+ \rightarrow \text{Điện thế màng Nernst} = -61 + \log 35 = -94 \text{ mV}$$

→ Điện thế màng lúc nghỉ do sự khuếch tán ion K⁺ và Na⁺ gây ra



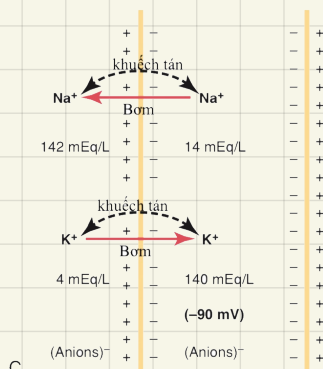
- Điện thế khuếch tán của kênh rò rỉ K⁺: -94 mV

- Theo Nernst ĐTM của Na⁺ qua kênh rò rỉ K⁺: +61 mV

- Tính thẩm với K⁺ gấp 100 Na⁺

→ Tính Goldman → ĐTKhuếch tán: -86 mV

→ Điện thế màng lúc nghỉ do sự khuếch tán ion K⁺ và Na⁺ gây ra và hđ của bơm Na⁺/K⁺



Việc bơm 3Na⁺ ra và 2K⁺ vào

→ Mất điện tích ⊕ bên trg m.b

↓
Tạo một mức điện thế âm (-4 mV) trg màng

↓
Cộng thêm Điện thế nghỉ Na⁺ và K⁺ kia: -86 mV

⇒ Điện thế nghỉ: -90 mV

Mindmaps-Tina
Cùng học Y khoa