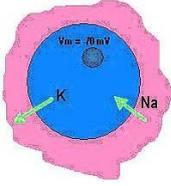


Ecuación de Goldman



- ⇒ El V_m no es consecuencia de un equilibrio de transporte pasivo para iones difusibles.
- ⇒ El Na^+ entra continuamente a la célula y el K^+ sale de ella.
- ⇒ Hay un desequilibrio de Na^+ , K^+ en estado de reposo. Para que las concentraciones sean estables se necesita un **transporte activo**.
- ⇒ El V_m se mantiene siempre constante, por tanto no puede haber aporte de carga eléctrica **en reposo**.

$$\sum \varphi(i) = 0 \rightarrow \varphi(\text{Na}^+) + \varphi(\text{K}^+) = 0$$

$$[-D \cdot dc / dx - (\mu \cdot F / R \cdot T) \cdot C \cdot dV / dx] + [-D \cdot dc / dx - (\mu \cdot F / R \cdot T) \cdot C \cdot dV / dx] = 0$$

- ⇒ En el caso de los iones las sustancias son hidrófilas y no atraviesan la membrana, entran a través de canales. Por lo que $K = 1$. Además, la valencia del sodio y el potasio vale uno.

$$V_m = (R \cdot T / F) \cdot \ln \left(\frac{P_{\text{Na}} \cdot C_2(\text{Na}) + P_{\text{K}} \cdot C_2(\text{K}) + P_{\text{Cl}} \cdot C_2(\text{Cl})}{P_{\text{Na}} \cdot C_1(\text{Na}) + P_{\text{K}} \cdot C_1(\text{K}) + P_{\text{Cl}} \cdot C_1(\text{Cl})} \right)$$

- ⇒ De esta ecuación se puede calcular el V_m exacto de la célula en reposo.
 - ⇒ **Ecuación de Hodgkin-Huxley-Katz**
 - ⇒ Ecuación de Goldman modificada para condiciones fisiológicas

$$V_m = 61 \cdot \log \left(\frac{P_{\text{Na}} \cdot C_2(\text{Na}) + P_{\text{K}} \cdot C_2(\text{K})}{P_{\text{Na}} \cdot C_1(\text{Na}) + P_{\text{K}} \cdot C_1(\text{K})} \right)$$

¿A qué se debe el potencial de reposo en la célula?

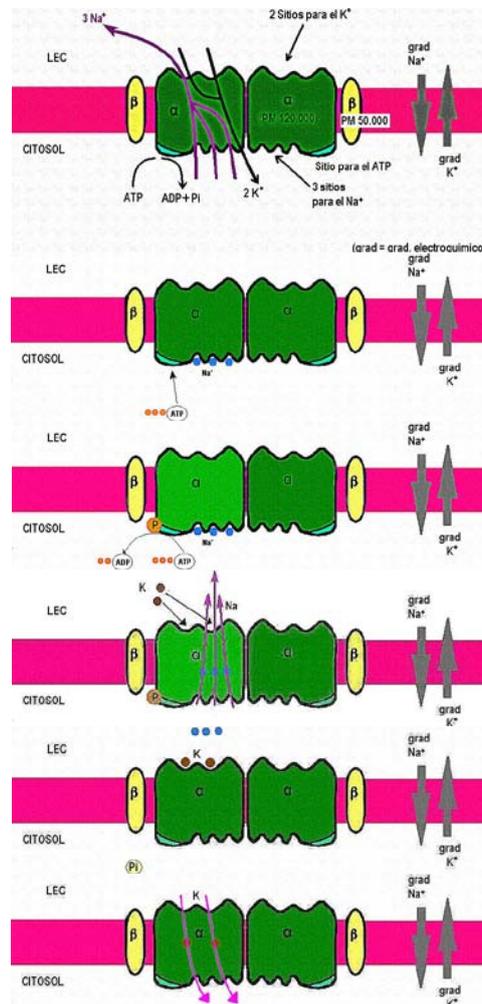
- ⇒ Se debe a:
 - ⇒ Desigual concentración de diversas especies iónicas difusibles a un lado y otro de la membrana en presencia de aniones o difusibles más concentrados en el interior celular.
 - ⇒ Los flujos pasivos que se originan para sodio y potasio, con participación del **transporte activo** de la **bomba de Na^+ - K^+** para mantener estables las concentraciones de estos iones.
- ⇒ Sistema de comunicación eléctrico de la naturaleza.
 - ⇒ Como depende de la permeabilidad (**ecuación de Hodgkin-Huxley**) es más rápida, ya que cambiar las concentraciones sería un proceso largo y lento.
 - ⇒ El potencial de reposo real de una célula se aproxima al valor del potencial de equilibrio del ión más difusible, si es que lo hay.
- ⇒ Existen canales de reposo o de fuga de K^+ que aumentan la permeabilidad del mismo 30 veces mayor que la del sodio.

Concepto de transporte activo. Bomba de Na^+ - K^+

- ⇒ El transporte activo es el transporte de moléculas, mediante proteínas, contra el gradiente electroquímico.
- ⇒ **GRADIENTE ELECTROQUÍMICO**: gradiente neto resultante del gradiente de concentración y el gradiente de potencial que coincide con el sentido de ambos o con el del predominante y que define el sentido del flujo neto de un ión por causas exclusivamente **físicas**.
- ⇒ El transporte activo consume energía metabólica en forma de ATP
- ⇒ **TRANSPORTE ACTIVO**: mecanismo de transporte desarrollado por proteínas específicas de la membrana biológica que produce el desplazamiento transmembrana de una sustancia, por lo general iónica, contra gradiente electroquímico, a expensas del consumo de energía metabólica que procede por lo general de la hidrólisis de ATP.

Características de la Na⁺-K⁺ ATPasa

- ⇒ Es el mecanismo responsable de equilibrar los flujos de concentración y de potencial del sodio y el potasio.
- ⇒ Es un tetrámero con dos subunidades que se replican a sí mismas ($\alpha\beta$)₂



- ⇒ El primer cambio conformacional se produce por una fosforilación en presencia de Na⁺, el Na⁺ sale de la célula.
- ⇒ El segunda cambio conformacional se produce con la unión del potasio y la defosforilación de la bomba, con lo que el potasio entra en la célula.
- ⇒ CONSUMO DE ENERGÍA
 - ⇒ 2 Kcal/mol expulsado
 - ⇒ Aproximadamente 1/3 de la energía metabólica total
- ⇒ El tiempo que dura un ciclo es aproximadamente de 10 mseg.
- ⇒ Tipos de transporte activo:
 - ⇒ **Tipo P**: transporte que produce el cambio conformacional con fosforilaciones (P. Ej. Ca⁺⁺-H⁺ ATPasa)
 - ⇒ **Tipo V**: en las vacuolas que transportan H⁺, no interviene el fosfato.
 - ⇒ **Tipo F**: Factor de acoplamiento
 - ⇒ **Tipo ABC**
- ⇒ Excepciones de consumo de energía → energía obtenida como resultante de reacciones redox.