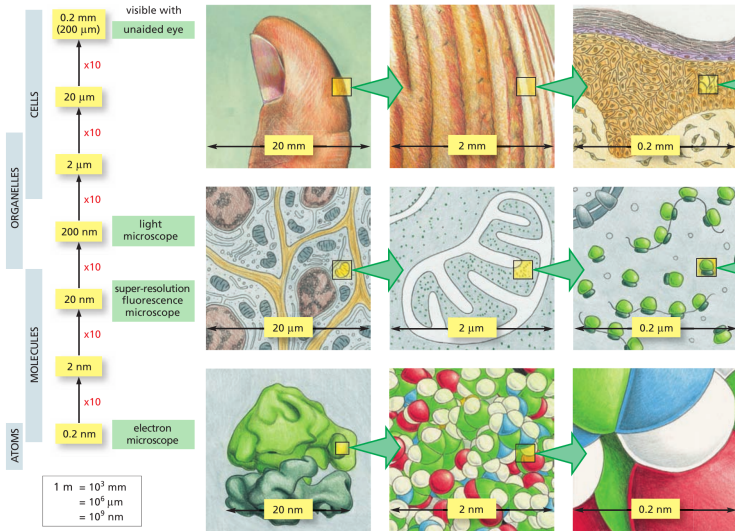


Algunos conceptos básicos de Biología Celular y Molecular y propiedades eléctricas pasivas

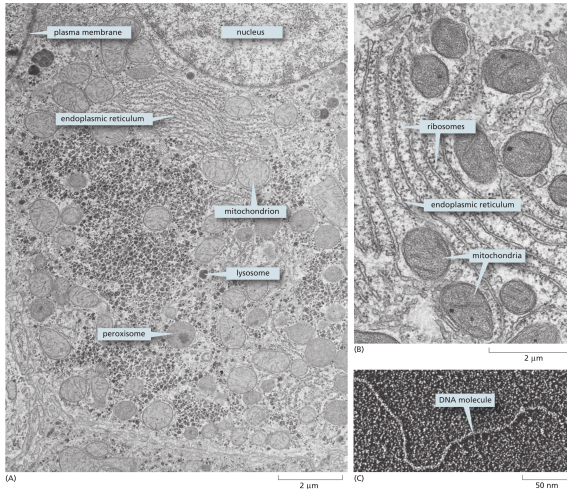
Algunos conceptos básicos de Biología Celular y Molecular

¿Cuán grandes son las células y sus componentes?

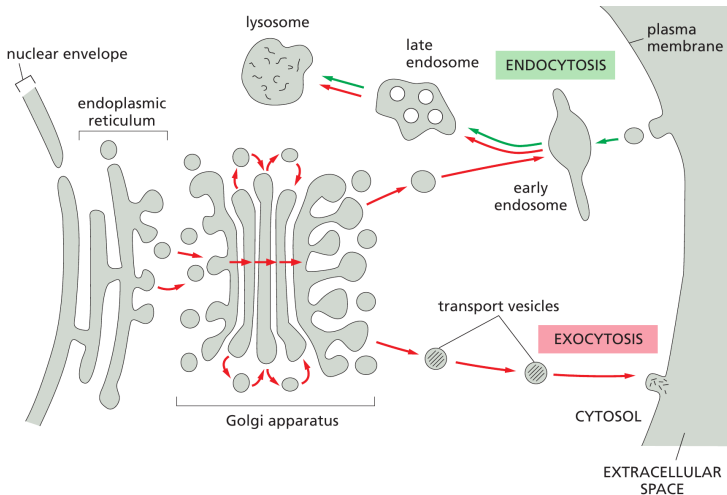


Algunos componentes de una célula

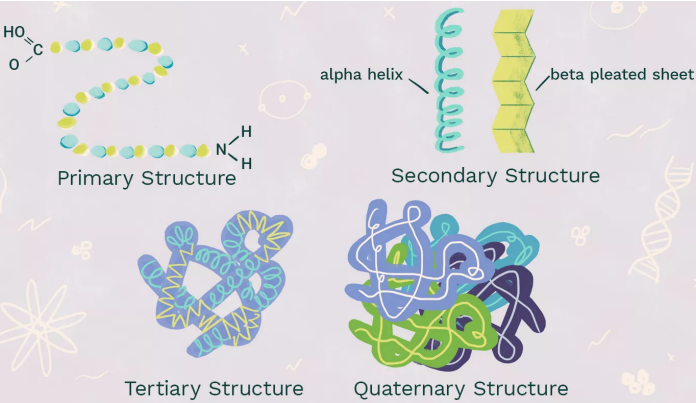
Microscopía electrónica de transmisión



Ciclo de vida de una proteína



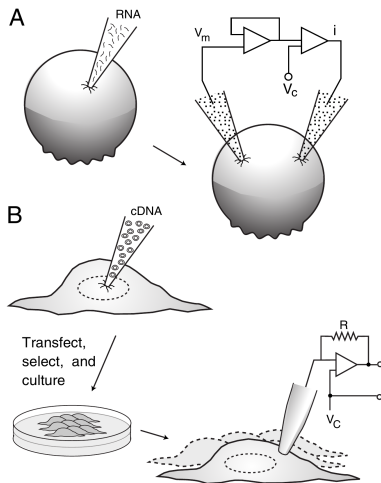
La función de una proteína está vinculada a su forma



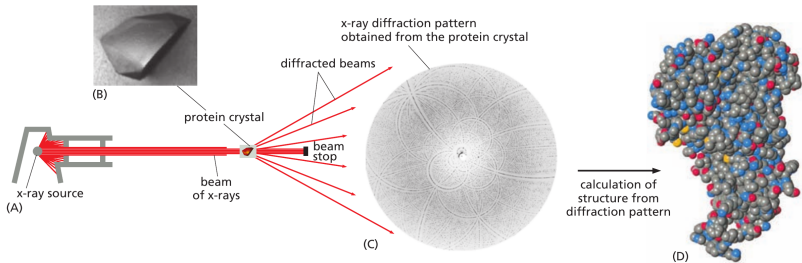
Sistemas de expresión de proteínas

Inyección de ARN en oocito de *Xenopus*

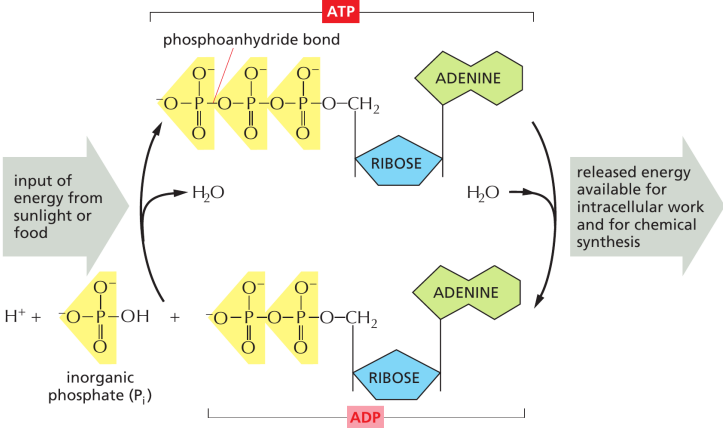
Transfección



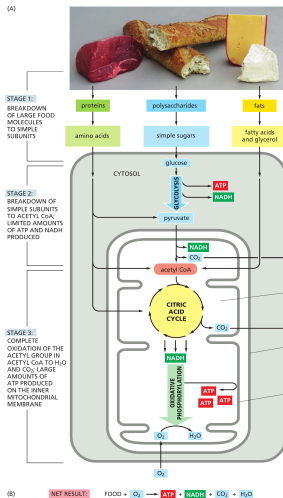
¿Cómo se determina experimentalmente la estructura de una proteína?



Adenosina trifosfato



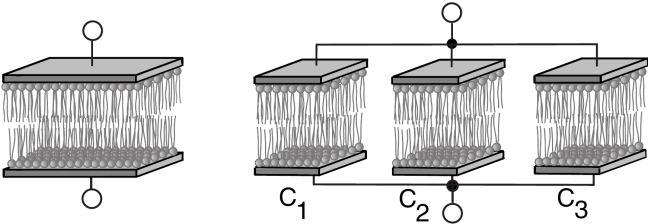
¿Cómo convertimos la energía de los alimentos en ATP?



Comportamiento eléctrico de los compartimientos neuronales

Membrana plasmática

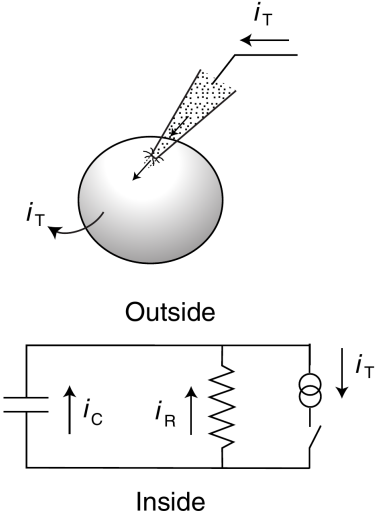
La bicapa lípida separa el citoplasma del medio extracelular



Modelo básico célula isopotencial

Potencial de membrana $V_m = V_{in} - V_{out}$

Constante de tiempo $\tau_m = R_{in} C_m$



Propagación pasiva en un cable

$$\text{Constante de espacio } \lambda = \sqrt{\frac{r_m}{r_a}}$$

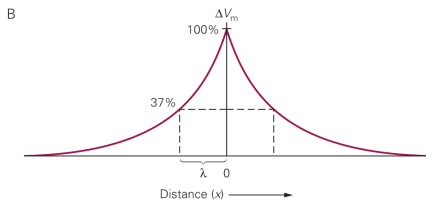
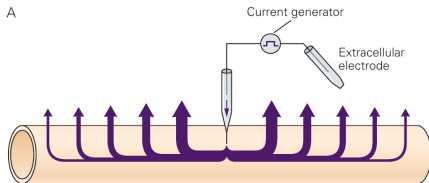


Table 2-1: Time and length constants of axons, dendrites, and muscle cell

| Fiber | Diameter (μm) | Length constant (mm) | Time constant (ms) |
|---|----------------------------|----------------------|--------------------|
| Squid giant axon ¹ | 500 | 5 | 0.7 |
| Lobster nerve ¹ | 75 | 2.5 | 2 |
| Frog muscle ¹ | 75 | 2 | 24 |
| Apical dendrite of mammalian cortical pyramidal neuron ² | 3 | 1 | -20 |

Movimiento de iones a través de poros en la membrana plasmática

Concentraciones típicas de iones dentro y fuera de una neurona

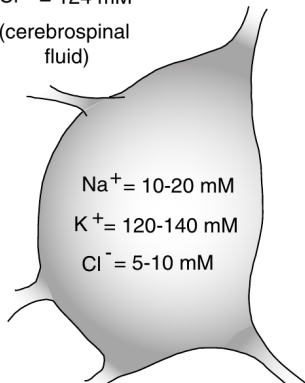
Neurona del sistema nervioso central de mamífero

$\text{Na}^+ = 141 \text{ mM}$

$\text{K}^+ = 3 \text{ mM}$

$\text{Cl}^- = 124 \text{ mM}$

(cerebrospinal
fluid)

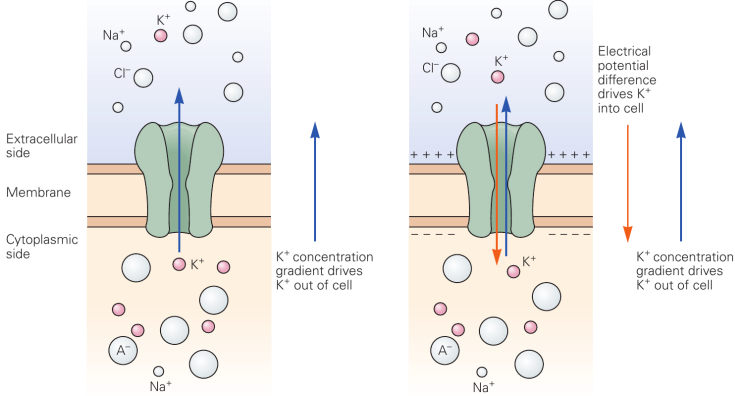


$\text{Na}^+ = 10\text{-}20 \text{ mM}$

$\text{K}^+ = 120\text{-}140 \text{ mM}$

$\text{Cl}^- = 5\text{-}10 \text{ mM}$

Los iones se mueven como resultado de la difusión y el campo eléctrico



Ecuación de Nernst

$$E_{\text{equilibrio}} = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[C]_{\text{out}}}{[C]_{\text{in}}}$$

donde:

$R = 8.31 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

z es la valencia del ion

$F = 96487 \text{ C}/\text{mol}$

T es la temperatura absoluta

Ecuación de Nernst para el potencial de equilibrio para el ion

$$E_{\text{equilibrio}} = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[C]_{\text{out}}}{[C]_{\text{in}}}$$

donde:

$R = 8.31 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

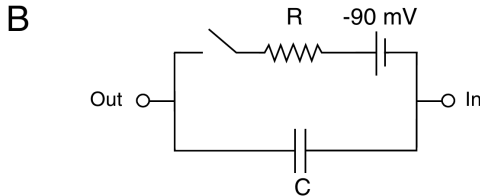
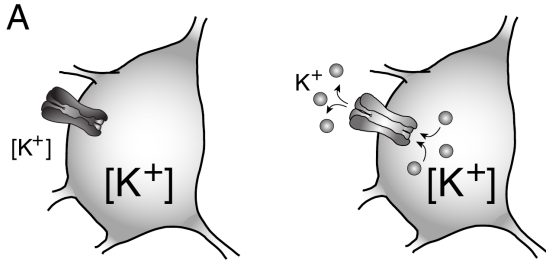
z es la valencia del ion

$F = 96487 \text{ C}/\text{mol}$

T es la temperatura absoluta

Si $[K^+]_{\text{in}} = 140 \text{ mM}$ y $[K^+]_{\text{out}} = 4 \text{ mM}$: ¿cuánto vale el potencial de equilibrio para el ion K^+ ?

Circuito equivalente de la membrana con el potencial de equilibrio (o de reversión E_{rev})



Potencial de equilibrio para Na^+ y Cl^-

$$E_{\text{equilibrio}} = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[C]_{\text{out}}}{[C]_{\text{in}}}$$

donde:

$$R = 8.31 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$$

z es la valencia del ion

$$F = 96487 \text{ C}/\text{mol}$$

T es la temperatura absoluta

Si $[Na^+]_{\text{in}} = 10 \text{ mM}$ y $[Na^+]_{\text{out}} = 140 \text{ mM}$: ¿cuánto vale el potencial de equilibrio para el ion Na^+ ?

Si $[Cl^-]_{\text{in}} = 5 \text{ mM}$ y $[Cl^-]_{\text{out}} = 120 \text{ mM}$: ¿cuánto vale el potencial de equilibrio para el ion Cl^- ?

Ecuación de Goldman-Hodgkin-Katz (GHK) para el potencial de membrana de reposo (RMP)

Estado estacionario en una membrana permeable a Na^+ , K^+ y Cl^-

$$V_m = \frac{RT}{zF} \ln \frac{P_{Na} [Na^+]_{out} + P_K [K^+]_{out} + P_{Cl} [Cl^-]_{in}}{P_{Na} [Na^+]_{in} + P_K [K^+]_{in} + P_{Cl} [Cl^-]_{out}}$$

donde P_{ion} es la permeabilidad de la membrana al ion correspondiente (cm/s)

Convenciones de nombres

RMP: potencial de membrana de reposo (~ -70 mV)

Convenciones de nombres

RMP: potencial de membrana de reposo (~ -70 mV)

La neurona de despolariza si el potencial de membrana aumenta desde el RMP (V_m se vuelve más positivo que el RMP).

Convenciones de nombres

RMP: potencial de membrana de reposo (~ -70 mV)

La neurona de despolariza si el potencial de membrana aumenta desde el RMP (V_m se vuelve más positivo que el RMP).

La neurona de hiperpolariza si el potencial de membrana disminuye desde el RMP (V_m se vuelve más negativo que el RMP).

Convenciones de nombres

RMP: potencial de membrana de reposo (~ -70 mV)

La neurona de despolariza si el potencial de membrana aumenta desde el RMP (V_m se vuelve más positivo que el RMP).

La neurona de hiperpolariza si el potencial de membrana disminuye desde el RMP (V_m se vuelve más negativo que el RMP).

La neurona de repolariza si el potencial de membrana vuelve hacia el RMP.

Convenciones signos

Convenciones signos

Las corrientes de entrada a la célula, a través de la membrana, son negativas.

Convenciones signos

Las corrientes de entrada a la célula, a través de la membrana, son negativas.

Las corrientes de salida a la célula, a través de la membrana, son positivas.

¿Cómo se mantiene la homeostasis celular?

Bomba de sodio-potasio

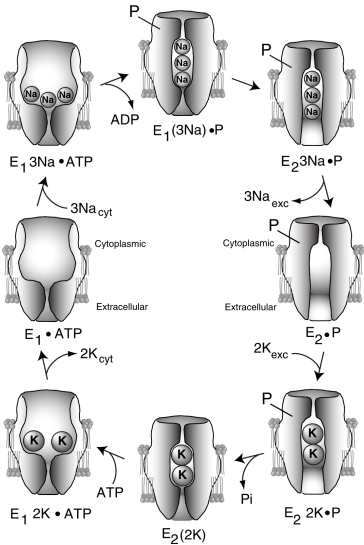
Expulsa 3 Na^+ e ingresa 2 K^+

Na/K ATPasa: utiliza una molécula de ATP por ciclo

Actividad electrogénica (modifica el potencial de membrana)

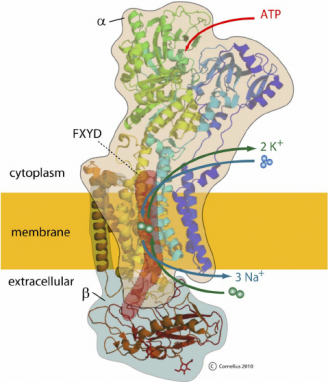
Bomba de sodio-potasio

Ciclo de trabajo



Bomba de sodio-potasio

Estructura molecular



Bomba de sodio-potasio

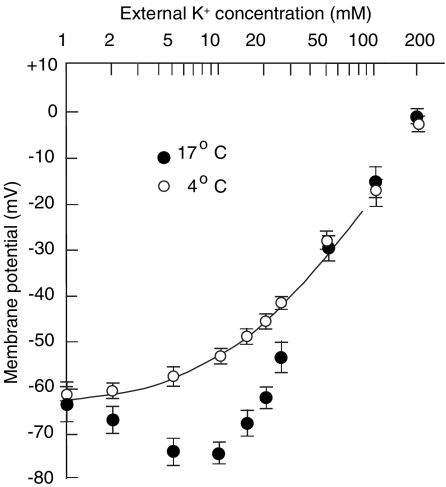
Estructura molecular

Video

Bomba de sodio-potasio

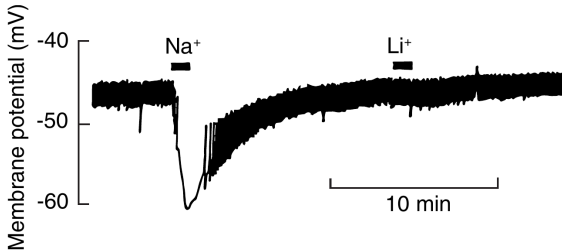
Dependencia de la temperatura

Experimentos en el molusco *Anisodoris nobilis*



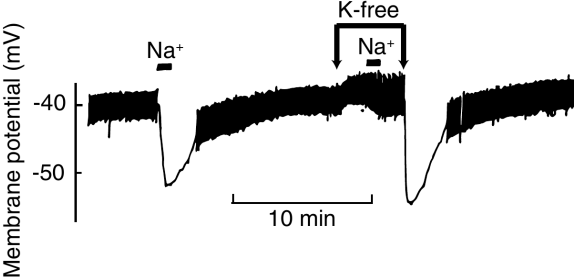
Bomba de sodio-potasio

Activación por aumento de la concentración intracelular de Na^+
Experimentos en el caracol común de tierra *Helix aspersa*



Bomba de sodio-potasio

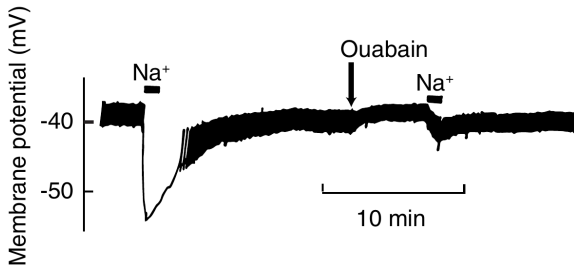
No funcionamiento en ausencia de K^+ extracelular
Experimentos en el caracol común de tierra *Helix aspersa*



Bomba de sodio-potasio

Bloqueo por ouabaína

Experimentos en el caracol común de tierra *Helix aspersa*

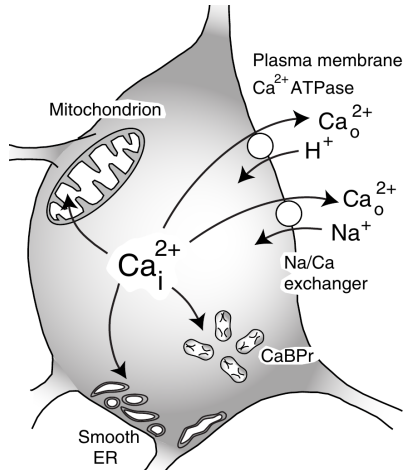


Sistemas de control de la concentración intracelular de Ca^{2+}

Proteínas que se unen al Ca^{2+} (CaBPr)

Mecanismos de secuestro (retículo endoplasmático liso y mitocondria)

Transportadores de membrana



Homeostasis de aniones

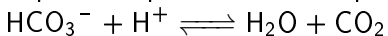
Cl^- : cotransportadores hacia fuera (NKCC) y dentro (KCC)

Homeostasis de aniones

Cl^- : cotransportadores hacia fuera (NKCC) y dentro (KCC)

HCO_3^- : transportadores y *buffering*.

Importante para controlar el pH intracelular (~ 7.3):



Resumen

Las células expresan proteínas, que son cadenas de aminoácidos cuya estructura determina su función.

Resumen

Las células expresan proteínas, que son cadenas de aminoácidos cuya estructura determina su función.

El ATP es la unidad básica de energía en la célula.

Resumen

Las células expresan proteínas, que son cadenas de aminoácidos cuya estructura determina su función.

El ATP es la unidad básica de energía en la célula.

La diferencia de concentraciones iónicas entre el espacio intracelular (citoplasma) y extracelular produce diferencias de potencial eléctrico.

Resumen

Las células expresan proteínas, que son cadenas de aminoácidos cuya estructura determina su función.

El ATP es la unidad básica de energía en la célula.

La diferencia de concentraciones iónicas entre el espacio intracelular (citoplasma) y extracelular produce diferencias de potencial eléctrico.

En estado estacionario, el potencial de membrana de reposo (RMP) está dado por las permeabilidades iónicas de la membrana.

Resumen

Las células expresan proteínas, que son cadenas de aminoácidos cuya estructura determina su función.

El ATP es la unidad básica de energía en la célula.

La diferencia de concentraciones iónicas entre el espacio intracelular (citoplasma) y extracelular produce diferencias de potencial eléctrico.

En estado estacionario, el potencial de membrana de reposo (RMP) está dado por las permeabilidades iónicas de la membrana.

Bombas, transportadores, etc. son responsables de mantener la homeostasis celular.

Bibliografía

Fain, *Molecular and Cellular Physiology of Neurons*, segunda ed.: capítulos 1, 2, 3 y 4.

Alberts, *Essential Cell Biology*, quinta ed.: capítulos 1 y 2.

Johnston & Wu, *Foundations of Cellular Neurophysiology*, quinta ed.: capítulos 2, 3 y 4.