

Química bioinorgánica y principales procesos de transporte de los metales alcalinos y alcalinotérreos

Autor: Roldán Sanguiao, Manuel Pablo (Licenciado en Química, Profesor de Física y Química en Secundaria).

Público: Bachillerato de Ciencias. **Materia:** Química: Bioquímica. **Idioma:** Español.

Título: Química bioinorgánica y principales procesos de transporte de los metales alcalinos y alcalinotérreos.

Resumen

Los elementos secundarios más abundantes son sodio, potasio, magnesio y calcio. Las funciones más destacadas de los iones sodio y potasio son mantener el grado de salinidad de la célula mientras que el calcio interviene en muchas reacciones bioquímicas y en la coagulación sanguínea y el magnesio es un componente de muchas enzimas y del pigmento clorofila. La membrana plasmática celular tiene selectividad frente a la entrada de sustancias a la célula. Los principales procesos de transporte de estos iones a través de la membrana son el transporte activo y el transporte pasivo.

Palabras clave: sodio, potasio, magnesio, calcio, transporte activo, transporte pasivo.

Title: Bioinorganic Chemistry and main transport processes of alkaline and alkaline earth ions.

Abstract

The secondary elements most common are sodium, potassium, magnesium and calcium. The most important functions for sodium and potassium ions are to keep the level of salinity constant and to help synapse. Some enzymes contain Magnesium and also the pigment chlorophyll. The cell membrane has selectivity for the entrance of cell substances. The main transport processes of these ions are active transport (which demands energy) and passive transport (which does not demand energy).

Keywords: sodium, potassium, magnesium, calcium, active transport, passive transport.

Recibido 2017-01-28; Aceptado 2017-02-02; Publicado 2017-02-25; Código PD: 080116

INTRODUCCIÓN: CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DE LOS ELEMENTOS

Decimos que aquellos elementos químicos que se encuentran en la materia viva se llaman bioelementos o elementos biogénicos. Los bioelementos alcalinos y alcalinotérreos son bioelementos secundarios, debido a su grado de abundancia en los seres vivos.

FUNCIONES MÁS IMPORTANTES DE ESTOS BIOELEMENTOS

Los bioelementos Na (I), K (I) tienen papeles contrarios en la mayor parte de los procesos metabólicos, actuando el Na como inhibidor mientras que el K es activador. Las funciones de los elementos Na (I), K (I) son intervenir en el mantenimiento del grado de salinidad de la célula. Na (I), K (I) son fundamentales en la transmisión del impulso nervioso, proceso conocido como la sinapsis nerviosa. El Mg (II) activa un gran número de enzimas, sobre todo quinasas y carboxilasas. Las quinasas transfieren un grupo fosfato del ATP al sustrato. Ca (II) participa en la coagulación de la sangre y en la contracción de los músculos.

COMPLEJOS CON LIGANDOS MACROCÍCLICOS: MODELOS DE TRANSPORTE

Las diferentes funciones de estos metales se deben a la diferencia de radios iónicos así como de otras propiedades físico-químicas de estos elementos. La correspondencia del tamaño del ión con el tamaño del hueco del ligando ha desempeñado un papel fundamental sobre la selectividad de determinados ligandos para determinados iones metálicos.

TRANSPORTE DE IONES ALCALINOS Y ALCALINOTÉRREOS A TRAVÉS DE LA MEMBRANA PLASMÁTICA DE LA CÉLULA

La bicapa lipídica de la membrana celular separa el citosol del medio externo de la célula. Las células tienen una necesidad de incorporar nutrientes del medio externo a su medio interno o citosol. Además, necesitan eliminar los productos del metabolismo que se han producido en su medio interno (citosol). La membrana permite el paso de

pequeñas moléculas, siempre que sean lipófilas. Las moléculas hidrófilas ven regulado su paso. A este hecho se le conoce como transporte a través de la membrana. Tenemos dos tipos de transporte: activo con gasto de energía y pasivo sin gasto de energía.

1) Transporte Activo:

En este proceso actúan proteínas de membrana. Estas necesitan energía en forma de ATP para transportar las moléculas de un lado al otro de la membrana. Se produce cuándo se transportan iones desde dónde hay más concentración iónica a dónde hay menos concentración iónica (contra gradiente electroquímico). Son ejemplos de transporte activo la Bomba sodio-potasio y la bomba de Ca^{2+} .

La Bomba sodio-potasio es una proteína que está en la membrana celular. Bombea Na^+ al exterior de la membrana y K^+ al interior. Actúa contra gradiente gracias a su actividad ATP-asa, rompe el ATP para obtener la energía que necesita para transportar al ión.

Mediante el gasto de una molécula de ATP, bombea tres Na^+ hacia el exterior y dos K^+ hacia el interior. Gracias a este proceso, el exterior de la membrana es positivo respecto al interior de la membrana. A esta diferencia de potencial eléctrico se le denomina potencial de membrana.

Los procesos que tienen lugar en el transporte son:

1. Unión de tres Na^+ a sus sitios activos.
2. Fosforilación de la cara citoplasmática de la bomba que induce a un cambio de conformación en la proteína. Esta fosforilación se produce por la transferencia del grupo terminal del ATP a un residuo de ácido aspártico de la proteína.
3. El cambio de conformación hace que el Na^+ sea liberado al exterior.
4. Una vez liberado el Na^+ , se unen dos iones de K^+ a sus respectivos sitios de unión de la cara extracelular de las proteínas.
5. La proteína se desfosforila produciéndose un cambio conformacional de ésta, lo que produce una transferencia de los iones de K^+ al citosol.

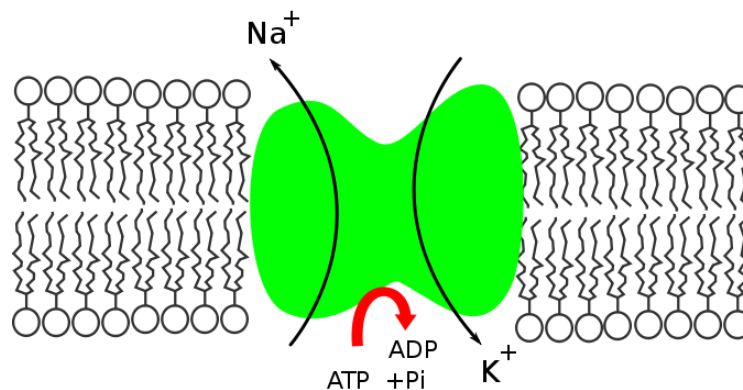


Imagen de una bomba Na-K. insertada en una membrana plasmática de la célula.

(Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_sodio-potasio#/media/File:Sodium-potassium_pump.svg)

Intercambiador calcio-sodio o bomba de Ca^{2+} es una proteína de la membrana celular de todas las células eucariotas. Por cada catión Ca^{2+} expulsado al medio extracelular penetran tres cationes Na^+ al interior celular. Este tipo de transporte es secundario o cotransporte.

Funcionamiento: la fosforilación favorece una conformación con un sitio de fijación del Ca^{2+} de alta afinidad expuesto al lado citoplasmático, mientras que la desfosforilación favorece una conformación con un sitio de desfosforilación de la

afinidad al Ca^{2+} en el lado luminal. Con este ciclo, la energía de hidrólisis del ATP impulsa al Ca^{2+} a través de la membrana con un gran gradiente electroquímico en contra. La bomba de calcio del retículo sarcoplásmico consiste en un polipéptido sencillo que atraviesa la membrana diez veces y tiene tres dominios citoplásmicos formados por bucles que conectan las hélices transmembrana. Estas bombas son ATP sintetasas tipo P.

2) Transporte pasivo.

Se produce desde dónde hay más hacia donde hay menos concentración de iones en la membrana celular.

- Gradiente de concentración: las moléculas pasan de un medio donde hay más concentración hacia donde hay menos.
- Gradiente eléctrico: Generalmente, el medio externo a la célula está cargado positivamente, mientras que el medio interno suele ser negativo.

Por simple difusión, los iones con carga eléctrica positiva (como son K^+ , Na^+ , Ca^{2+}) entran en la célula. La suma de los dos gradientes, forma el llamado gradiente electroquímico, que facilita o reduce la difusión de estos iones a través de la membrana celular. Este transporte, puede darse por difusión simple o por difusión facilitada. La difusión simple consiste en el paso de pequeñas moléculas, a través de la membrana celular, a favor del gradiente electroquímico. Este tipo de difusión puede realizarse a través de la bicapa lipídica o a través de canales o poros.

a) Difusión simple a través de la bicapa.

Así entran iones y las moléculas muy pequeñas a la célula. Atraviesan la membrana de la célula debido a una simple difusión.

b) Otro tipo de difusión es la difusión simple a través de canales.

Se realiza mediante las proteínas de canal. Así entran iones como K^+ , Na^+ , Ca^{2+} . De ahí el término canal iónico. Las proteínas de canal son proteínas transmembrana, con un orificio que suele estar cerrado y cuya apertura depende del potencial eléctrico de la membrana celular (voltaje de la membrana celular) o por la unión de ciertas sustancias (conocidas como ligandos), como pueden ser transmisores u hormonas, se unen a una determinada región de la proteína de canal que sufre un cambio en su estructura que produce la apertura del canal.

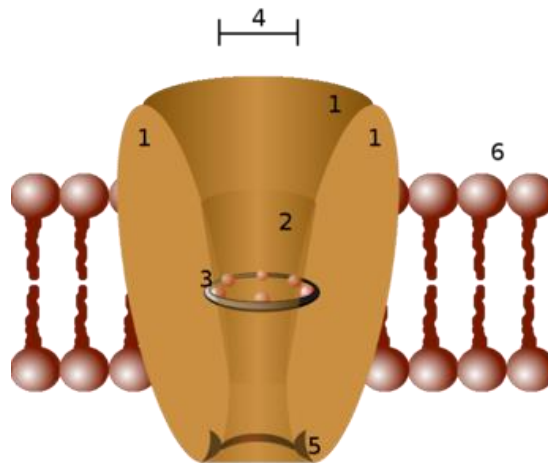


Imagen que muestra la estructura de un canal iónico. 1- Dominios del canal. 2- Vestíbulo exterior. 3-Filtro de selectividad 4- diámetro del filtro de selectividad 5- Sitio de fosforilación. 6 Membrana celular.

(Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Canal_i%C3%B3nico#/media/File:Ion_channel.png)

Otro proceso importante es la difusión facilitada, pero solo afecta a la entrada de pequeñas moléculas como glucosa o sacarosa. Requiere la presencia de unas proteínas específicas al sustrato llamadas permeasas.

Bibliografía

- Housecroft, C.E.; A. G. Sharpe. (2004). *Química Inorgánica*: Segunda edición. Ediciones Pearson.
- D. Nelson.; M. Cox. *Lehninger: Principios de Bioquímica*. Cuarta edición. Ediciones Omega.
- Iborra Pastor J.L.; Lozano Rodríguez, P; Manjón Rubio, A.; Cánovas Díaz, M. *Guía de Bioquímica y Biología Molecular para estudiantes de ciencias e Ingenierías*. Segunda edición.