

**Universidad de los Andes**  
**Facultad de Medicina**  
**Departamento de Fisiología**

**FISIOLOGÍA DIGESTIVA 2005-2006**  
**LECTURAS SELECCIONADAS**

**LECTURA 8**  
**ÓSMOSIS**

Grandes cantidades de moléculas de agua se mueven constantemente a través de las membranas celulares por difusión simple, pero en general el movimiento neto de agua dentro y fuera de las células es despreciable. Por ejemplo, se ha estimado que una cantidad de agua equivalente a 250 veces el volumen de la célula difunde a través de la membrana del eritrocito por segundo; la célula no gana o pierde agua porque esas cantidades entran y salen de la célula.

Hay sin embargo muchos casos en los cuales el flujo neto de agua ocurre a través de las membranas celulares y capas de células. Un ejemplo es la secreción y absorción de agua en el intestino delgado. El agua se mueve por las membranas por difusión simple pero el proceso se llama ósmosis.

La **ósmosis** es el movimiento neto de agua a través de una membrana selectivamente permeable empujado por la diferencia en concentraciones de soluto a ambos lados de la membrana. Esta membrana permite el paso libre de agua pero no de moléculas de soluto o iones.

Diferentes concentraciones de moléculas de soluto lleva a diferentes concentraciones de moléculas libres de agua en cada lado de la membrana. En el lado de la membrana con mayor concentración de agua, es decir baja concentración de soluto, más moléculas de agua tratarán de pasar los poros de la membrana en un tiempo determinado, lo que resulta en una difusión neta de agua del compartimiento con alta concentración de agua al compartimiento con menor concentración de agua.

En la **ósmosis el agua fluye de la solución con baja concentración de soluto a la solución con alta concentración de soluto**. Esto significa que el agua fluye en respuesta a las diferencias de molaridad a través de la membrana. **El tamaño de las partículas de soluto no influye en la ósmosis**. El equilibrio se alcanza una vez que suficiente agua se haya movido para igualar la concentración de soluto a ambos lados de la membrana y a ese punto el flujo neto de agua cesa.

**Ejercicio:** dos recipientes de igual volumen están separados por una membrana que permite el libre paso de agua pero restringe totalmente el paso de moléculas de soluto. La solución A tiene 3 moléculas de albúmina, una proteína de PM de 66.000 y la solución B contiene 15 moléculas de glucosa de PM 180. ¿Hacia dónde se moverá el agua, o no habrá flujo neto de agua?

Cuando se piensa en ósmosis siempre comparamos concentraciones de soluto entre dos soluciones. Las diferencias se denominan:

**Isotónicas:** las soluciones comparadas tiene igual concentración de solutos.

**Hipertónica:** la solución con la concentración de soluto más alta.

**Hipotónica:** la solución con la concentración de soluto más baja.

Ejemplo:

Sol A. 1M glucosa

Sol B 1M lactosa

Sol C 0.1M lactosa

Sol A y B son isotónicas entre ellas

Sol A y B son hipertónicas comparadas con Sol C

Sol C es hipotónica comparada con Sol A y B.

La difusión de agua a través de una membrana –ósmosis- genera una presión llamada **presión osmótica**. Si la presión del compartimento adonde el agua está fluyendo se eleva al equivalente de la presión osmótica, el movimiento del agua cesa. Esta presión se llama **hidrostática** “que detiene al agua”. El término **osmolaridad** se usa para describir el número de partículas de soluto en un volumen de fluido. **Osmoles** se usa para describir la concentración en términos de número de partículas de soluto- una solución 1 osmolar contiene un mol de partículas osmóticamente activas (moléculas e iones) por litro.

La **demonstración clásica de ósmosis y presión osmótica** es sumergir glóbulos rojos en soluciones de diferente osmolaridad y ver que sucede. El suero sanguíneo es isotónico respecto al citoplasma y el glóbulo rojo toma una forma de disco bicóncavo.

**Sol Isotónica:** en suero 300 miliosmoles, los GR toman la forma que tienen cuando circulan en la sangre.

**Sol. Hipotónica:** los GR se colocan en suero diluido en agua. A 200 miliosmoles las células se ven edematizadas y pierden su forma bicóncava y a

100 miliosmoles están tan hinchadas que algunas se han roto dejando lo que se llama GR fantasmas. En una solución hipotónica el agua corre dentro de la célula.

**Sol Hipertónica:** una solución concentrada de NaCl fue mezclada con los GR y el suero para aumentar la osmolaridad. A 400 miliosmoles y especialmente a 500 miliosmoles, el agua sale de las células haciéndolas colapsar y tomar una forma arrugada.

Tomado, traducido de: R.A. Bowen. *Biomedical Sciences. Digestive System.* Colorado State University.2005.

<http://arbl.cvmb.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/index.html>

XP/2005

## EJERCICIOS DE ÓSMOSIS

Flujo neto de agua a través de membrana selectivamente permeable. Pasa el agua pero no las partículas de soluto (moléculas e iones).

Descripción de **soluciones en términos de molaridad** (PM por litro) versus concentración de masa (gramos /litro). PM: peso molecular (gramos por mol).

**Ejercicio 1:** Hay dos recipientes separados por una membrana semipermeable con soluciones en A: glucosa (monosacárido PM 180 )0.1 M y en B: sucrosa (disacárido PM 342) 0.1 M. ¿Hacia dónde es el flujo neto de agua?

**Ejercicio 2:** Igual que en el anterior, sólo que las concentraciones son glucosa 1gr/litro y sucrosa 1g/litro. ¿Hacia dónde será el flujo neto de agua?

**Ejercicio 3:** Sol en A: 100mM NaCl (PM: 58), Sol en B: 100mM glucosa (PM: 180). ¿Hacia dónde será el flujo neto de agua? Antes de responder qué pasa con la sal cuando se disuelve en agua.

**Ejercicio 4:** Sol en A: albúmina 10 mM (PM: 66.000), Sol B: glicina 10 mM (PM: 75). ¿Hacia dónde será el flujo neto de agua?. La albúmina es la proteína más abundante en la sangre. La glicina es un aminoácido que no es una sal.

**Ejercicio 5:** Sol en A: Insulina 10gr/litro (PM: 5800), Sol en B glicina 1gr/litro (PM: 75). ¿Hacia dónde será el flujo neto de agua?. La insulina es una pequeña proteína, hormona crítica para mantener la concentración normal de glucosa en sangre.

**Ejercicio 6:** Sol en A: KCl 50 mM (PM: 74), Sol en B: glucosa 10 mM, sucrosa 20 mM y glicina 40 mM. ¿Hacia dónde será el flujo neto de agua?. El KCl es una sal inorgánica, note que ponemos una mezcla de solutos en B.

Tomado, traducido de: R.A. Bowen. *Biomedical Sciences. Digestive System.* Colorado State University.2005.  
<http://arbl.cvmb.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/index.html>

## EL MODELO DE TRES COMPARTIMIENTOS PARA EL TRANSPORTE DE AGUA A TRAVÉS DEL EPITELIO

El fluido del lumen se absorbe cuando el contenido es hiperosmolar. De esto se deduce que el epitelio intestinal puede transportar agua contra un gradiente osmótico, pero no se explica cómo. Hay una considerable incertidumbre acerca de cómo el agua se absorbe en esta situación. Curran y Macintosh en 1962 presentaron una explicación que se conoce como “modelo de tres compartimientos-dos membranas” que explica muchos aspectos del transporte de agua en el intestino y otros tejidos.

Se propone que el epitelio consiste de tres compartimientos separados por dos membranas las cuales difieren en permeabilidad:



En esta situación, el agua se moverá contra un gradiente osmótico del compartimiento A al C mientras que se cumplan dos condiciones:

La osmolaridad en B es mayor que en A.

La permeabilidad de la membrana entre A y B es menor que la permeabilidad de la membrana entre B y C.

En tal caso, la alta osmolaridad en B respecto a A proporciona la fuerza que empuja el agua de A a B. Cuando el agua entra a B, la presión hidrostática aumenta en ese compartimiento, forzando al agua a fluir a través de la segunda membrana entrando al compartimiento de más baja osmolaridad C.

Los correlatos anatómicos para estas dos membranas en este modelo no se conocen, pero la membrana entre A y B menos permeable puede ser la membrana basolateral del enterocito y la membrana entre B y C más permeable podría ser la membrana basal y/o la célula endotelial capilar.

Tomado, traducido de: R.A. Bowen. *Biomedical Sciences. Digestive System.*  
Colorado State University.2005.  
<http://arbl.cymbbs.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/index.html>

XP/2005