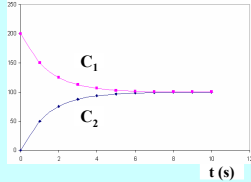


-**Equilibrio diffusivo (chimico):** in seguito alla diffusione la concentrazione delle molecole è uguale in tutte le parti del sistema



Equilibrio diffusivo

-L'organismo è mantenuto in uno stato di **Disequilibrio chimico**: questo perché la membrana e l'endotelio dei capillari agiscono da barriera selettiva che impedisce a molti soluti di diffondere liberamente da un compartimento del corpo ad un altro. Anche il trasporto attivo contribuisce a creare o a mantenere la differenza di concentrazione dei soluti

-L'acqua è l'unica molecola che si muove liberamente tra i compartimenti e perciò raggiunge uno stato di equilibrio: **Equilibrio osmotico**

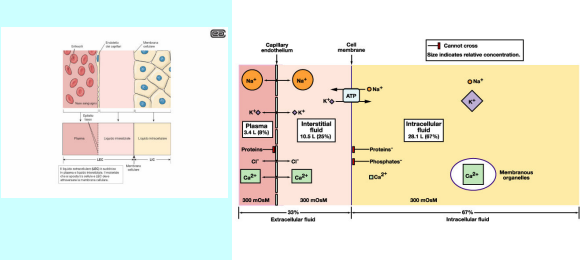
WWW.SUNHOPE.IT

Le membrane cellulari sono **selettivamente permeabili**, cioè una cellula può selezionare quali molecole entreranno e quali usciranno variando la composizione lipidica e le proteine di trasporto della sua membrana.

La permeabilità selettiva delle membrane cellulari dà origine ad un organismo in cui i compartimenti intracellulari ed extracellulari sono chimicamente ed elettricamente differenti anche se hanno la stessa concentrazione totale di soluti.

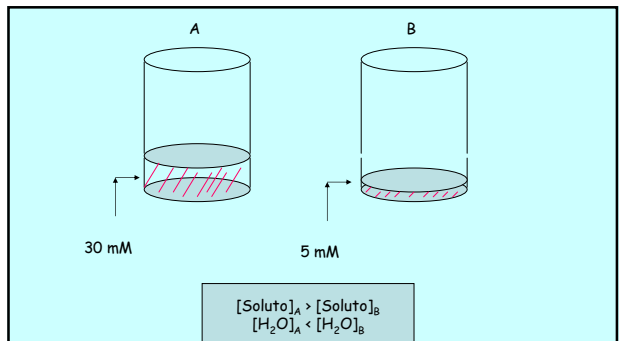
WWW.SUNHOPE.IT

Distribuzione dei soluti nei compartimenti liquidi dell'organismo: i differenti compartimenti sono in uno stato di disequilibrio chimico

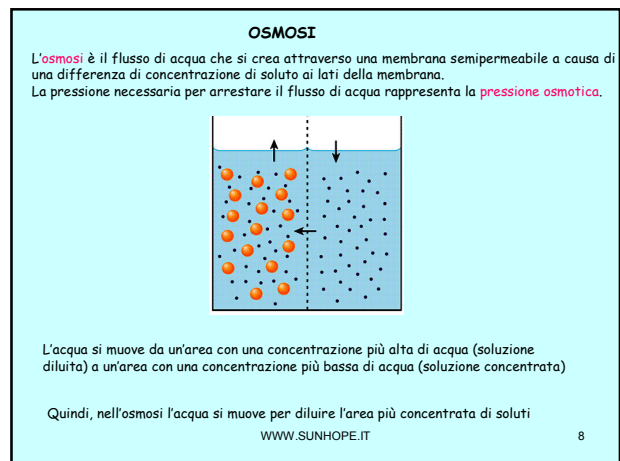
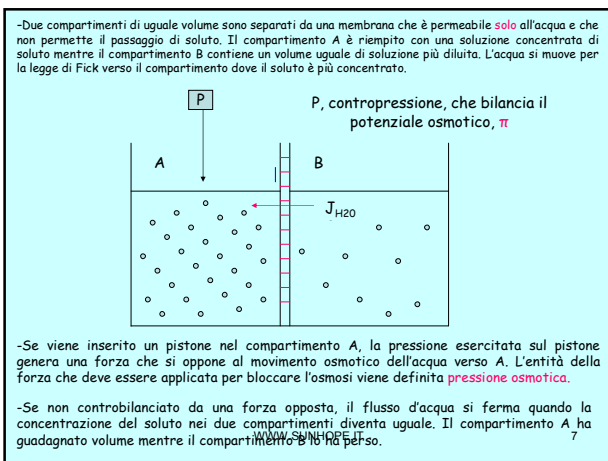
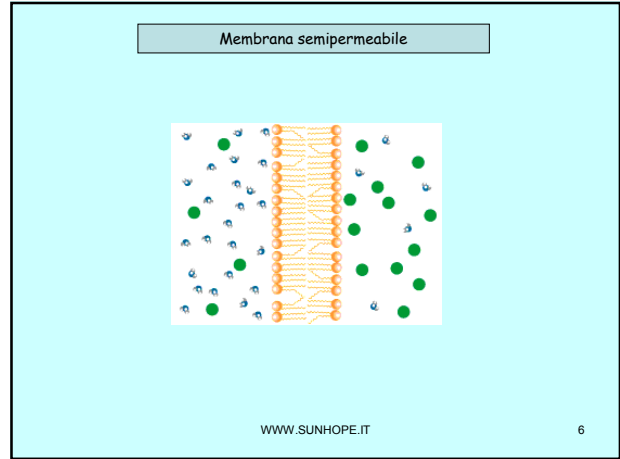
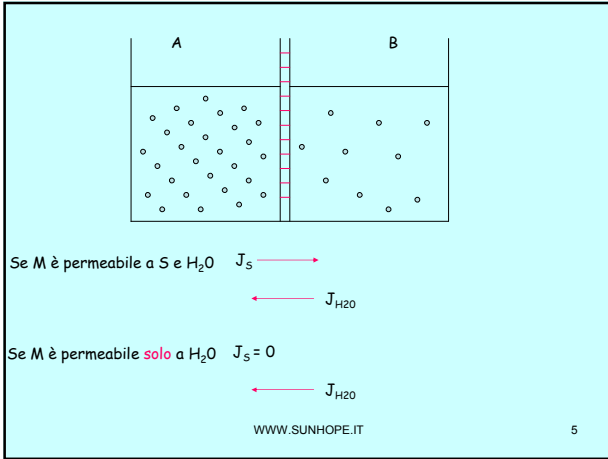


Il liquido intracellulare presenta concentrazioni elevate di proteine, fosfato e K^+ e concentrazioni basse di Na^+ , Cl^- e Ca^{2+} libero. Al contrario, la concentrazione di K^+ nel liquido extracellulare è bassa mentre le concentrazioni di Na^+ , Cl^- e Ca^{2+} sono alte. Le proteine si trovano solo nel plasma. L'acqua si muove liberamente tra i compartimenti, in modo che l'organismo si trova in equilibrio osmotico. Il compartimento intracellulare contiene circa il 67% dell'acqua corporea, il rimanente 33% è diviso tra il liquido extracellulare.

WWW.SUNHOPE.IT



WWW.SUNHOPE.IT



La **pressione osmotica** (π) dipende da:

- concentrazione delle particelle osmoticamente attive
- diffusibilità del soluto

La pressione osmotica viene calcolata con l'**equazione di van't Hoff**, che converte la concentrazione delle particelle in pressione considerando la diffusibilità del soluto:

$$\pi = \sigma R T \Delta C$$

σ è il coefficiente osmotico o di riflessione (varia da 0 a 1), indica la facilità con cui un soluto attraversa la membrana

$\sigma=1$, il soluto non è diffusibile, esercita il suo massimo effetto osmotico, la pressione osmotica effettiva sarà massima, così come il flusso d'acqua.
 $\sigma=0$, il soluto è completamente diffusibile, la pressione osmotica è nulla

WWW.SUNHOPE.IT 9

Per poter confrontare la concentrazione dell'acqua di più soluzioni contenenti diverse concentrazioni di sostanze disciolte si fa ricorso al concetto di **osmolarità**.

Una soluzione che contiene una mole di particelle disciolte per litro di soluzione (soluzione 1 M) ha una osmolarità unitaria (1 Osm).

Più è elevata l'osmolarità di una soluzione più è bassa la sua concentrazione di acqua.

Da un punto di vista pratico la natura delle particelle disciolte non ha alcuna importanza per le soluzioni di interesse biologico: la concentrazione dell'acqua è esattamente la stessa in una soluzione 0,1 Osm di glucosio o 0,1 Osm di urea.

L'osmolarità di una soluzione dipende dal **numero** di particelle che originano dalla dissoluzione delle molecole. Per es. il glucosio e l'urea non si dissociano in soluzione e quindi 0,1 M glucosio è anche 0,1 Osm; il cloruro di sodio invece dà due particelle in soluzione e quindi 0,1 M NaCl è 0,2 Osm.

WWW.SUNHOPE.IT 10

OSMOLARITA'

Per prevedere il movimento osmotico dell'acqua, dobbiamo conoscere la concentrazione delle soluzioni. Il fattore importante nell'osmosi è il numero di particelle in un dato volume di soluzione.

Per es. una molecola di glucosio si scioglie in acqua dando una particella
 una molecola di NaCl si scioglie dando due particelle

Osmolarità = Molarità X numero di particelle

L'osmolarità di una soluzione è la sua concentrazione di particelle osmoticamente attive. Per poter calcolare l'osmolarità bisogna conoscere la concentrazione del soluto e se questo si dissocia in soluzione

Se le due soluzioni hanno la stessa osmolarità, cioè hanno lo stesso numero di particelle di soluto per unità di volume, si dice che sono **iso-osmotiche**. Se invece le concentrazioni sono differenti, la soluzione maggiormente concentrata viene definita **iper-osmotica**, quella più diluita **ipo-osmotica**.

WWW.SUNHOPE.IT 11

Confronto di osmolarità

Sol. A = 1 Osm glucosio Sol. B = 2 Osm glucosio Sol. C = 1 Osm NaCl

A è ipoosmotica rispetto a B B è iperosmotica rispetto ad A C è isoosmotica rispetto ad A

A è isoosmotica rispetto a C B è iperosmotica rispetto a C C è ipoosmotica rispetto a B

WWW.SUNHOPE.IT 12

Affinchè si abbia **equilibrio osmotico**:

- L'osmolarità dei compartimenti intra- ed extra-cellulare deve essere uguale
- La concentrazione delle sostanze non diffusibili ai due lati della membrana deve essere uguale

Nelle cellule il potenziale osmotico delle sostanze ND intracellulari viene controbilanciato dall'Na⁺ che può essere considerato ND. In realtà l'Na⁺ entra nella cellula ed entrerebbe anche acqua, ma grazie alla pompa Na⁺/K⁺ viene portato fuori. La pompa Na⁺/K⁺ contribuisce al mantenimento dell'equilibrio

WWW.SUNHOPE.IT 13

Per predire se l'acqua uscirà od entrerà nella cellula, si deve conoscere la:

TONICITA' DI UNA SOLUZIONE

Descrive cosa accade al volume cellulare se la cellula è posta in una soluzione.

- se la cellula guadagna acqua e si gonfia, la soluzione è **ipotonica** rispetto alla cellula
- se la cellula perde acqua e si restringe, la soluzione è **ipertonica** rispetto alla cellula
- se la cellula non varia il suo volume, la soluzione è **isotonica**

WWW.SUNHOPE.IT 14

Solution is Hypertonic

Soluzioni che provocano raggrinzimento delle cellule sono ipertoniche. Soluzioni di NaCl con concentrazioni superiori allo 0,9% sono ipertoniche.

Solution is Hypotonic

Soluzioni che provocano rigonfiamento delle cellule sono ipotoniche. Soluzioni di NaCl con concentrazioni inferiori allo 0,9% sono ipotoniche.

Solution is Isotonic

Soluzioni che non provocano né raggrinzimento né rigonfiamento sono isotoniche. Soluzione di NaCl allo 0,9% o glucosio al 5% sono isotoniche.

WWW.SUNHOPE.IT 15

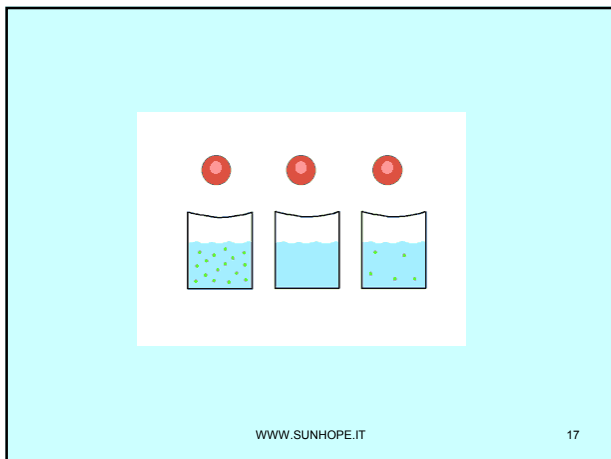
La tonicità di una soluzione dipende dalla sua osmolarità e dalla natura dei soluti in soluzione. Per determinare la tonicità di una soluzione in relazione ad una cellula, dobbiamo considerare le concentrazioni relative dei soluti indiffusibili nella soluzione e nella cellula.

Se la cellula ha una concentrazione di soluti indiffusibili più bassa rispetto alla soluzione, si avrà fuoriuscita di acqua dalla cellula. La cellula si raggrinzisce, e la soluzione è ipertonica.

Se la cellula ha una concentrazione di soluti indiffusibili più elevata rispetto alla soluzione, ci sarà un'entrata netta di acqua nella cellula. La cellula si rigonfia, e la soluzione è ipotonica.

Se le concentrazioni dei soluti indiffusibili sono identiche nella cellula e nella soluzione, non ci sarà movimento netto di acqua. La soluzione è isotonica alla cellula.

WWW.SUNHOPE.IT 16



WWW.SUNHOPE.IT

17

In medicina la tonicità di una soluzione è un dato importante; per esempio per prendere decisioni cliniche sulla terapia endovenosa. Uno scopo della somministrazione ev di liquidi è di fornire acqua a cellule disidratate (in questo caso useremo una soluzione ipotonica) oppure di espandere il liquido extracellulare per compensare la perdita di sangue (in questo caso, useremo una soluzione ipertonica).

WWW.SUNHOPE.IT

18

Fattori che possono causare modificazioni del volume del LIC e del LEC

- ingestione di acqua
- disidratazione
- infusione endovenosa di diversi tipi di soluzioni
- perdita di forti quantità di liquidi dal tubo gastroenterico
- perdita di forti quantità di liquidi con il sudore o con le urine

WWW.SUNHOPE.IT

19

EFFETTO DELL'AGGIUNTA DI ACQUA AL LEC

-diluzione del liquido extracellulare che diviene ipotonico rispetto al liquido intracellulare
 -immediatamente ha inizio un processo di osmosi con passaggio di acqua all'interno delle cellule
 -entro pochi minuti l'acqua si trova uniformemente distribuita nel LIC e nel LEC

Osm=osmoli V	LEC			LIC			Acqua totale		
	Volume	Concentrazione	Osmoli	Volume	Concentrazione	Osmoli	Volume	Concentrazione	Osmoli
		(mOsmoli/L)	(mOsmoli/L)		(mOsmoli/L)	(mOsmoli/L)		(mOsmoli/L)	(mOsmoli/L)
Inizio	15	300	4500	25	300	7500	40	300	12000
Aggiunta della soluzione	10	-	-	-	-	-	10	-	-
Effetto istantaneo	25	180	4500	25	300	7500	50	Non equilibrio 12000	
Dopo equilibrio osmotico	18.75	240	4500	31.25	240	7500	50	240	12000

Es. Effetti dovuti all'aggiunta nel LEC di 2 L di una soluzione di NaCl 0.75 M

Osm-osmoli V	LEC			LIC			Acqua totale		
	Volume	Concentrazione	Osmoli	Volume	Concentrazione	Osmoli	Volume	Concentrazione	Osmoli
	(mOsmoli/L)	(mOsmoli/L)	(mOsmoli/L)	(mOsmoli/L)	(mOsmoli/L)	(mOsmoli/L)	(mOsmoli/L)	(mOsmoli/L)	(mOsmoli/L)
Inizio	15	300	4500	25	300	7500	40	300	12000
Aggiunta della soluzione	2	1500	3000	-	-	-	2	1500	3000
Effetto istantaneo	17	441	7500	25	300	7500	42	Non equilibrio	15000
Dopo equilibrio osmotico	21	357	7500	21	357	7500	42	357	15000

WWW.SUNHOPE.IT

21

1) Globuli rossi sono sospesi in una soluzione di NaCl. Le cellule hanno un'osmolarità di 300 mOsm e la soluzione ha una osmolarità di 250 mOsm.

a) La soluzione è ipertonica, isotonica o ipotonica rispetto agli eritrociti?
b) l'acqua entrerà negli eritrociti, ne uscirà o non si sposterà affatto?

2) NaCl è un soluto non diffusibile, l'urea è un soluto diffusibile. Poniamo degli eritrociti in ciascuna delle soluzioni sotto indicate. La concentrazione intracellulare del soluto non diffusibile è 300 mOsm. Cosa accadrà al volume degli eritrociti in ciascuna soluzione?

- a) NaCl 150 mM- urea 150 mM
- b) NaCl 100 mM- urea 50 mM
- c) NaCl 100 mM- urea 100 mM
- d) NaCl 150 mM- urea 100 mM
- e) NaCl 100 mM- urea 150 mM

WWW.SUNHOPE.IT

22