

La membrana cellulare: meccanismi di trasporto attivo e passivo

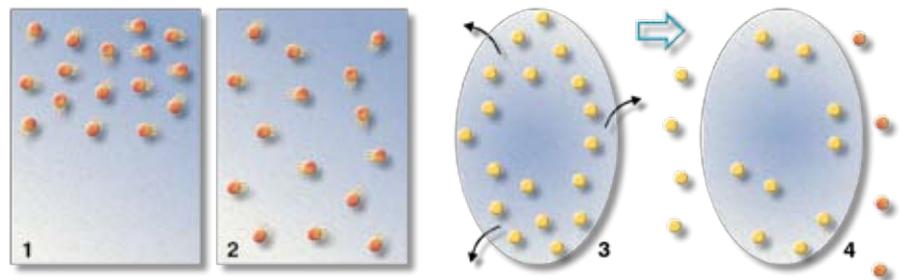
Il trasporto di sostanze attraverso la membrana cellulare può avvenire con la partecipazione attiva della membrana: in questo caso si parla di **trasporto attivo**. Per svolgere questa sua attività, la membrana consuma energia. La membrana, tuttavia, può anche permettere il passaggio delle sostanze rimanendo passiva, e non consumando energia: in questo caso si parla di **trasporto passivo**.

Sono meccanismi di trasporto passivo la diffusione semplice (o passiva) e l'osmosi; il trasporto attivo comprende il trasporto mediato da proteine di membrana e i meccanismi di **endocitosi** ed **esocitosi**.

Diffusione semplice o passiva. È un processo che non comporta alcun dispendio energetico per la cellula, perché segue le naturali leggi fisiche: le molecole disciolte nei gas e nei liquidi si muovono in modo del tutto casuale e tendono perciò a distribuirsi omogeneamente. Le molecole a cui la membrana cellulare è permeabile possono diffondersi liberamente attraverso di essa e dirigersi, casualmente, in un senso o nell'altro. L'effetto finale consiste nel passaggio di molecole dalle zone a maggiore concentrazione alle zone in cui la concentrazione è minore, fino a raggiungere una concentrazione uniforme in tutto il volume del liquido.

La membrana cellulare lascia diffondere liberamente i gas, come l'ossigeno e l'anidride carbonica, e sostanze liposolubili (solubili nei lipidi che formano la membrana cellulare). Le sostanze idrosolubili (glucidi, ioni e le grosse macromolecole) non riescono ad attraversare lo strato lipidico della membrana; la loro diffusione avviene perciò per meccanismi diversi dalla diffusione semplice.

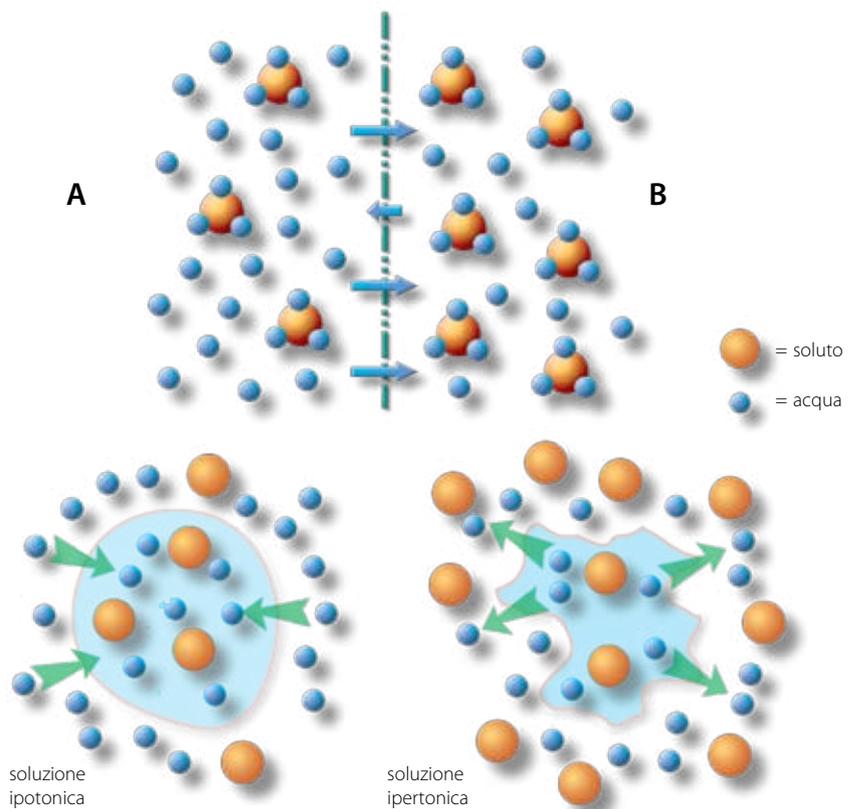
Osmosi. È il movimento delle molecole di acqua (più in generale, di un



1) Diffusione semplice: le molecole, muovendosi casualmente, tendono a distribuirsi omogeneamente in tutto lo spazio; 2) il risultato netto è uno spostamento delle molecole secondo il gradiente di concentrazione; 3) la cellula produce grandi quantità di anidride carbonica, che tende spontaneamente, passivamente, a diffondere verso l'ambiente extracellulare (4), dove la concentrazione di questa sostanza è minore.

solvente) attraverso una **membrana semi-permeabile** (come la membrana cellulare), permeabile cioè all'acqua (solvente), ma non alle sostanze in essa disciolte (dette soluti). In questo caso, le

molecole di acqua diffondono liberamente attraverso la membrana, nei due sensi, ma l'effetto finale è un flusso di acqua verso la parte in cui i soluti hanno una maggiore concentrazione.



L'osmosi. Le molecole di soluto (in arancione), più concentrate in b, interagiscono con le molecole d'acqua (in azzurro) rallentando o impedendo il loro passaggio attraverso la membrana semipermeabile; perciò le molecole di acqua "libere", presenti in maggior numero in A, dove la concentrazione di soluti è più bassa, tendono a spostarsi, per osmosi, verso B. Una cellula inserita in una soluzione avente una concentrazione bassa di soluti (soluzione ipotonica), assorbe acqua per osmosi e si gonfia; viceversa, se la soluzione ha una elevata concentrazione (ipertonica), perde acqua.

La membrana cellulare: meccanismi di trasporto attivo e passivo

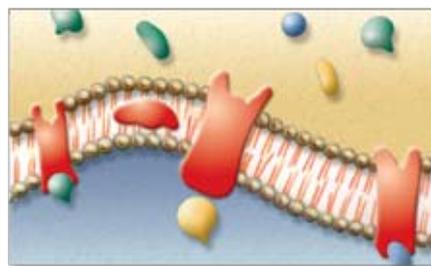
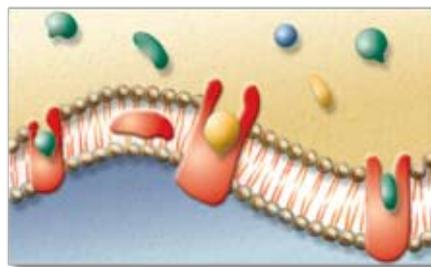
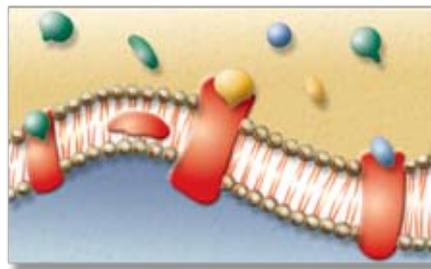
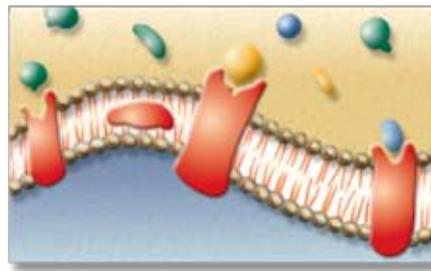
Le particelle disciolte interagiscono con le molecole d'acqua presenti nella soluzione e impediscono loro di attraversare la membrana semipermeabile. Solo le molecole d'acqua "libere" riescono a passare, per cui dalla soluzione più diluita (ossia con meno particelle disciolte) può passare verso quella più concentrata una quantità maggiore di molecole d'acqua (quelle "libere" sono di più) che non nella direzione opposta. Si verifica così l'osmosi, che, come la diffusione semplice, è un processo naturale, che non comporta consumo di energia.

Trasporto mediato. Lo strato lipidico della membrana cellulare non è permeabile a molte sostanze importanti per la cellula, come gli zuccheri o gli aminoacidi, e non è in grado di lasciar passare alcune sostanze di rifiuto che devono essere espulse dalla cellula. Per consentire il passaggio di queste sostanze, la membrana utilizza come "mediatori" particolari proteine inserite nella membrana stessa, che vengono definite carrier o trasportatori (o proteine vettrici).

Il meccanismo è semplice: la sostanza da trasportare si lega sulla superficie esterna della membrana alla proteina vettrice. Poi la proteina modifica la sua posizione in modo da portare all'interno della cellula la sostanza, che infine si stacca dalla proteina vettrice. Il carrier riprende poi la posizione di partenza per trasportare un'altra molecola della stessa sostanza.

Alcuni carrier formano piccoli canali che consentono alle sostanze idrosolubili di superare la barriera costituita dallo strato lipidico, consentendo così una **diffusione facilitata**.

Poiché si deve realizzare un legame tra il carrier e la molecola da trasportare, questo meccanismo di trasporto appare estremamente specifico, nel senso che ogni proteina vettrice è specifica per una sola sostanza (o, comun-



Trasporto attivo: 1) molecole specifiche si legano a proteine sulla superficie esterna della membrana cellulare; 2, 3 e 4) la proteina si comporta da vettore (carrier) consentendo l'ingresso della molecola all'interno della cellula. Il trasporto attivo comporta un consumo di energia.

que, un gruppo ristretto di sostanze). Esistono, quindi, vettori diversi per sostanze diverse.

Il **trasporto attivo** è un processo di diffusione che richiede un consumo di energia, perché avviene in direzione opposta a quella prevista dalle leggi fisiche naturali. Come l'acqua di un

fiume tende a scendere verso il basso, così le sostanze tendono naturalmente a diffondere verso zone a minor concentrazione; per portare l'acqua verso l'alto dobbiamo usare una pompa, che consuma energia; allo stesso modo, per portare una sostanza da una zona in cui è poco concentrata verso una zona in cui la sua concentrazione è maggiore, occorre una pompa, un carrier (= trasportatore) proteico, che, consumando energia (ATP), trasporta "a viva forza" la sostanza attraverso la membrana.

I meccanismi di diffusione passiva, di osmosi e di trasporto attivo operano nelle due opposte direzioni determinando il passaggio di sostanze dalla cellula all'esterno o viceversa.

Endocitosi. L'endocitosi è un processo di inglobamento di materiali determinato dall'intervento attivo della membrana, che modifica la sua forma, circondando il materiale da introdurre, per poi racchiuderlo in una vescicola che si libera all'interno del citoplasma.

L'endocitosi richiede un notevole consumo di energia e consente l'assunzione di materiale di dimensioni tali da non poter essere assorbito in altri modi.

Se il materiale è solido, si parla di **fagocitosi**; se è liquido, di **pinocitosi**. Per assumere questi materiali, la cellula modifica la sua forma, emettendo dei prolungamenti citoplasmatici, detti **pseudopodi**, che circondano il mate-



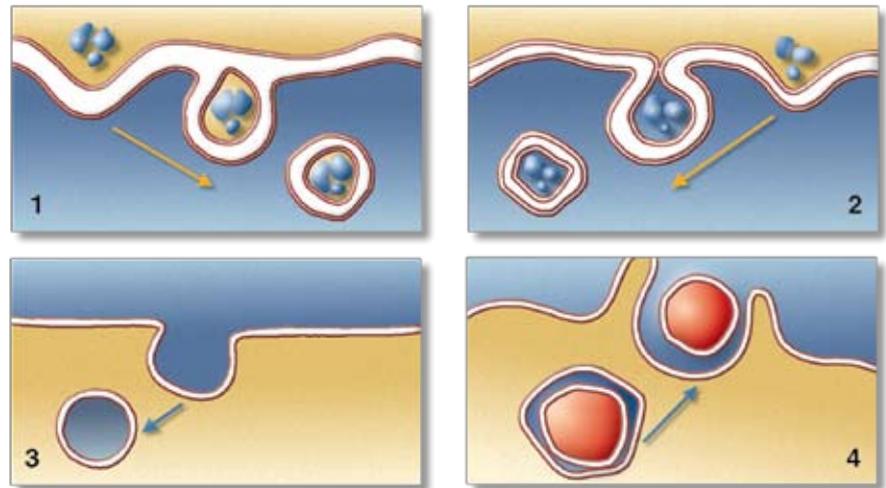
Un macrofago estende uno pseudopodo per fagocitare due batteri.

La membrana cellulare: meccanismi di trasporto attivo e passivo

riale e lo racchiudono in una vescicola, costituita da una porzione della membrana, che si libera poi all'interno della cellula.

Esocitosi. L'endocitosi è un processo mediante il quale delle sostanze vengono inglobate nella cellula all'interno di vescicole che derivano dalla inflessione della membrana verso l'interno della cellula.

L'esocitosi è il processo inverso, per il quale delle vescicole contenute nel citoplasma si fondono con la membrana cellulare, liberando così all'esterno della cellula il loro contenuto.



1) Endocitosi, meccanismo di inglobamento di materiale presente all'esterno della cellula che viene avvolto dalla membrana cellulare; se si tratta di materiale solido si parla di fagocitosi (2), se è liquido si parla di pinocitosi (3). Il meccanismo inverso di espulsione di materiale contenuto nel citoplasma è detto esocitosi (4).