

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** e la membrana, quindi, **consuma energia** per svolgere questa sua attività. Il passaggio di sostanze attraverso la membrana cellulare può avvenire anche senza l'intervento della membrana, che lascia passare le sostanze rimanendo passiva e **non consuma 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 cel-**

lula, 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 diffondere liberamente attraverso essa e dirigersi, casualmente, in un senso o nell'altro. L'effetto finale consiste nel passaggio di molecole dalle zone a maggior concentrazione alle zone in cui la concentrazione è minore (ossia "secondo il **gradiente di concentrazione**"), 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, come la diffusione facilitata.

Osmosi

L'osmosi è un meccanismo di trasporto che comporta il movimento delle molecole di acqua (più in generale di un **solvente**) attraverso una **membrana semipermeabile** (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 in entrambi i sensi, ma l'effetto finale è un flusso di acqua verso la parte in cui i soluti hanno

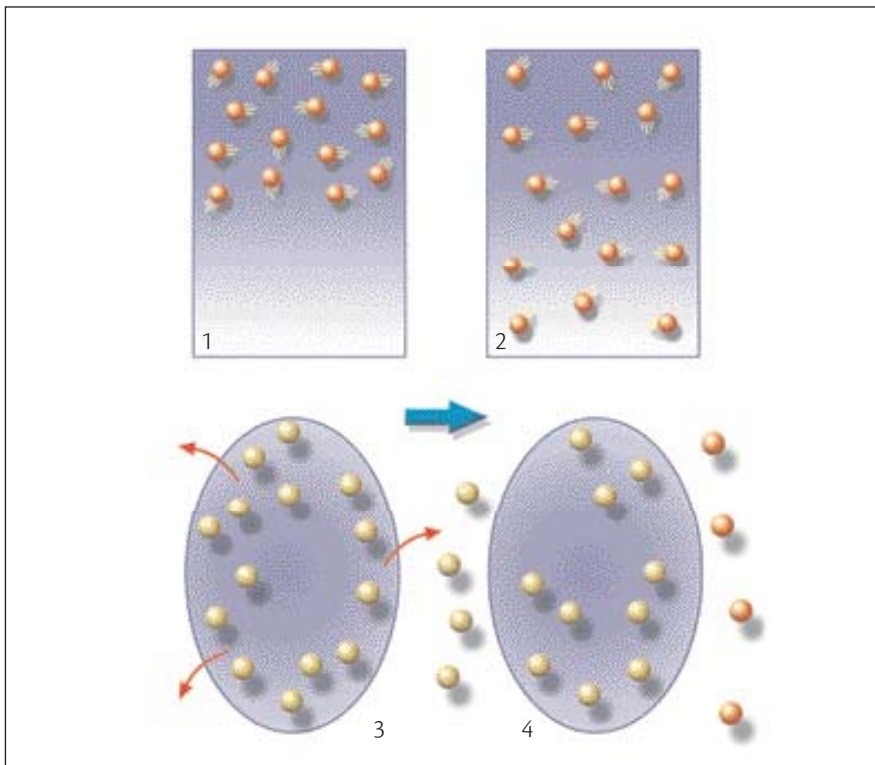


Figura 1 – 1) Diffusione semplice: le molecole, muovendosi casualmente, tendono a distribuirsi omogeneamente in tutto lo spazio; 2) il risultato netto è uno spostamento delle molecole secondo il gradiente di concentrazione; 3) la cellula produce grandi quantità di anidride carbonica, che tende spontaneamente,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

Meccanismi di trasporto attivo e passivo

una **maggiore concentrazione**. 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 (quella con meno particelle disciolte) può passare verso quella più concentrata una quantità maggiore di molecole d'acqua (ce ne sono di più "libere") 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 amminoacidi, 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 cellulare utilizza come "mediatori" particolari proteine inserite nella membrana stessa, che vengono definiti "**carrier**" o trasportatori (o proteine vettrici).

La sostanza da trasportare si lega sulla superficie esterna della membrana alla proteina vettrice. La proteina modifica la sua posizione in modo da portare all'interno della cellula la sostanza, che poi si stacca dalla proteina vettrice. Il carrier riprende infine 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, permettendo così una **diffusione facilitata**. Poiché si deve realizzare un legame tra il carrier e la molecola da trasportare, questo meccanismo di trasporto appare estre-

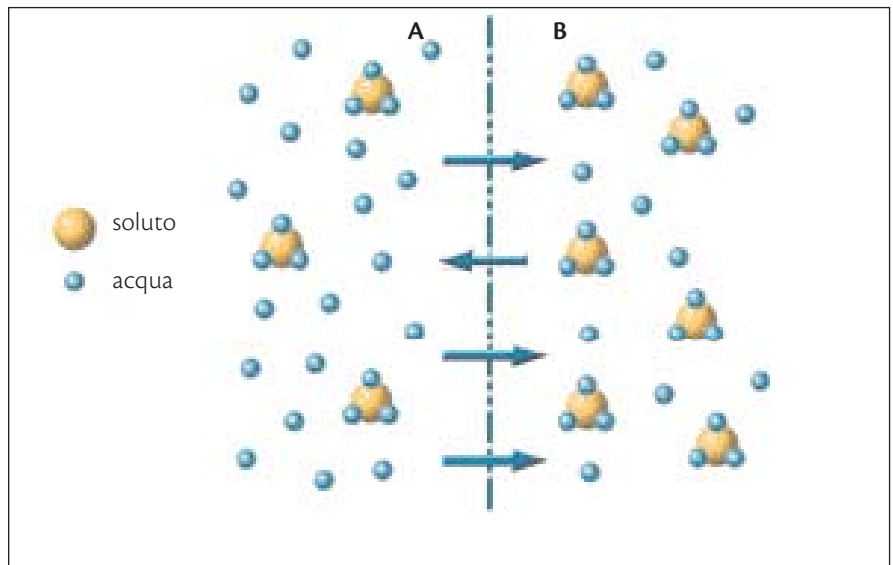


Figura 2 – L'osmosi: le molecole di soluto (in arancine), più concentrate in B, interagiscono con le molecole d'acqua (in azzurro) rallentando o impedendo il loro passaggio attraverso la membrana semipermeabile; perciò le molecole di acqua "libere", presenti in maggior numero in A, dove la concentrazione di soluti è più bassa, tendono a spostarsi, per osmosi, verso B.

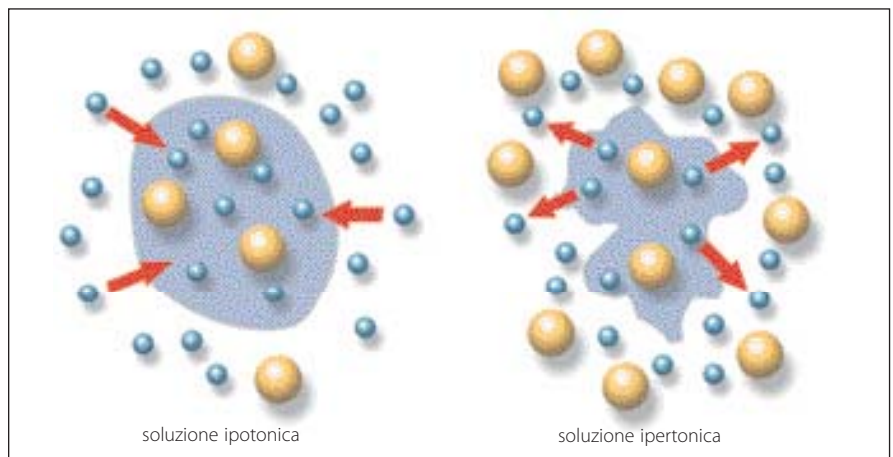


Figura 3 – Una cellula inserita in una soluzione avente una concentrazione bassa di soluti (soluzione ipotonica) assorbe acqua per osmosi e si gonfia; viceversa, se la soluzione ha una elevata concentrazione (ipertonica) perde acqua.

mamente **specifico**, nel senso che ogni proteina vettrice è specifica per una sola sostanza (o, comunque, un gruppo ristretto di sostanze). Esistono, quindi, vettori diversi per sostanze diverse.

Anche la diffusione facilitata **non comporta consumo di energia**, perché le molecole si spostano nella di-

rezione naturale, da zone a maggiore concentrazione verso zone a minore concentrazione.

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

Meccanismi di trasporto attivo e passivo

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; così, per portare una sostanza da una zona in cui è poco concentrata verso una zona in cui la sua concentrazione è maggiore (ossia **contro il gradiente di concentrazione**) occorre una pompa, un carrier (trasportatore) proteico che, consumando energia sotto forma di ATP, trasporta "a viva forza" la sostanza attraverso la membrana.

Un esempio di trasporto attivo è la **pompa sodio-potassio**, che trasporta attivamente, contro gradiente, gli

ioni potassio verso l'interno della cellula (dove sono già più concentrati) e contemporaneamente espelle gli ioni sodio, che invece sono più concentrati all'esterno della cellula.

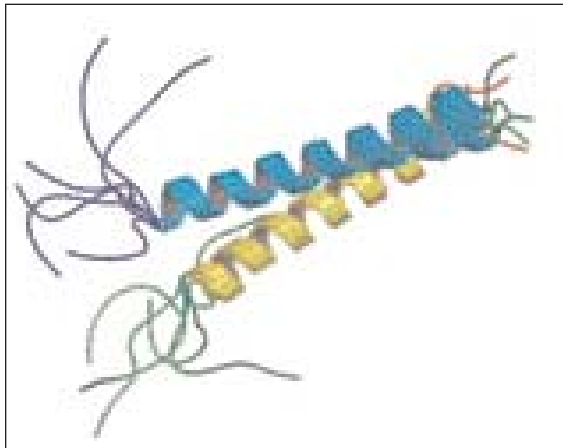


Figura 4 – Rappresentazione tridimensionale della glicoforina, una proteina vettrice.

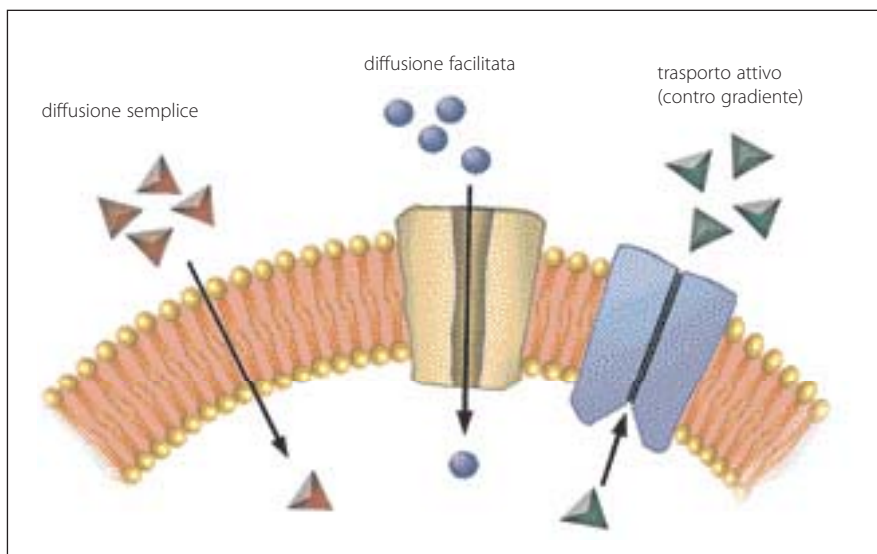


Figura 5 - Diffusione semplice: spontaneamente molecole in grado di attraversare lo strato fosfolipidico della membrana (ossia molecole liposolubili, di piccola dimensione e non polari) si trasferiscono senza alcun dispendio energetico da una zona a maggior concentrazione a una a minor concentrazione.

Diffusione facilitata: si svolge sempre secondo il gradiente di concentrazione e riguarda sostanze dotate di cariche elettriche (sostanze polari) che, non riuscendo ad attraversare lo strato fosfolipidico, attraversano la membrana utilizzando canali specifici costituiti da proteine di membrana. Anche in questo caso non si ha dispendio energetico; il canale è però specifico, nel senso che lascia passare solo una specifica sostanza.

Trasporto attivo: molecole specifiche si legano alle proteine sulla superficie esterna della membrana cellulare; la proteina si comporta da vettore (carrier) consentendo l'ingresso della molecola all'interno della cellula. Il trasporto attivo comporta un consumo di energia, perché avviene contro gradiente di concentrazione, ossia da zone a concentrazione minore verso zone a concentrazione maggiore.

Meccanismi di trasporto attivo e passivo

Endocitosi ed esocitosi

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

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

L'esocitosi è il processo inverso, mediante il quale vescicole contenute nel citoplasma si fondono con la membrana cellulare, liberando così all'esterno della cellula il loro contenuto. Questo processo si verifica, ad esempio, nelle cellule nervose (Figura 7), che posseggono all'estremità del loro prolungamento assonico (la fibra nervosa) vescicole contenenti una sostanza detta neurotrasmettitore, che viene liberata all'esterno per esocitosi all'arrivo di un impulso nervoso.

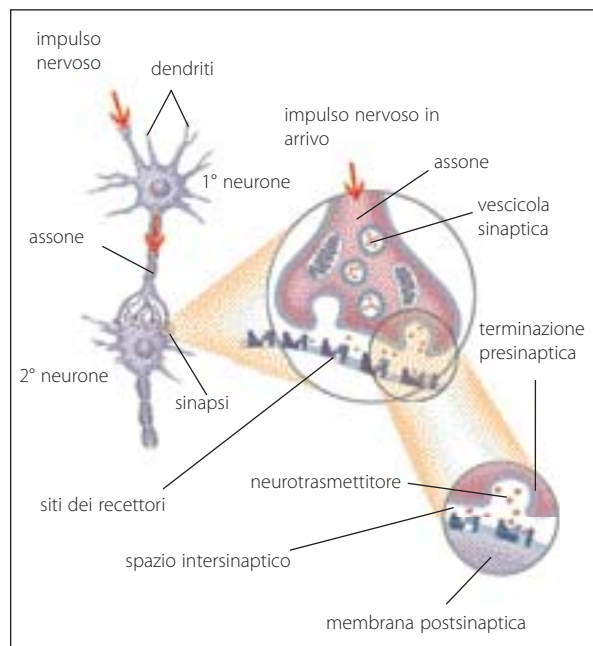


Figura 7 – All'arrivo del neurotrasmettitore, le vescicole sinaptiche si fondono con la membrana ed espellono per esocitosi le molecole di neurotrasmettitore in esse contenute.

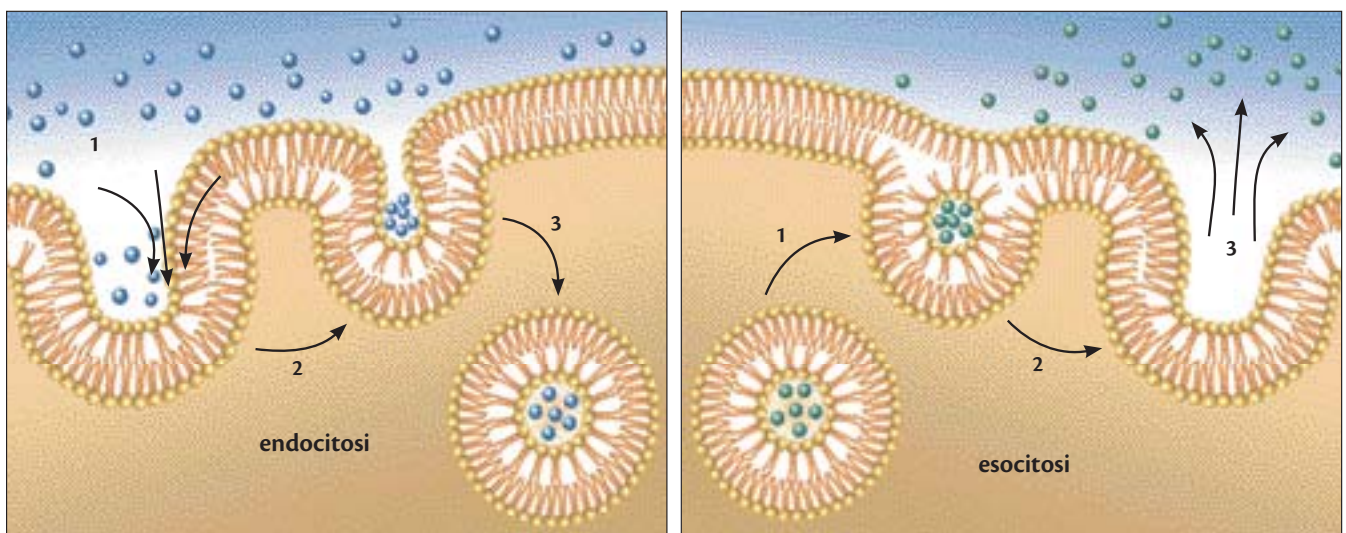


Figura 6 – Nell'endocitosi (a sinistra) la membrana si "introflette" (si ripiega verso l'interno) per circondare le macromolecole da inglobare e in seguito si forma una vescicola contenente le macromolecole; questa vescicola penetra quindi all'interno della cellula ("staccandosi" dalla membrana), per poi liberare le sostanze che ha al suo interno. Nell'esocitosi (a destra) una vescicola contenente il materiale da espellere (macromolecole) si avvicina alla membrana cellulare, si fonde con essa per poi riversare all'esterno il suo contenuto.

Meccanismi di trasporto attivo e passivo

IL METABOLISMO CELLULARE

Il metabolismo cellulare comprende tutte le modificazioni chimiche che si verificano all'interno delle cellule.

Tali modificazioni sono la conseguenza di **reazioni chimiche** (o biochimiche) che avvengono nelle cellule e che comprendono:

– **processi costruttivi** o **anabolici** (anabolismo), mediante i quali le sostanze nutritive (non viventi) presenti nel sangue vengono incorporate nelle cellule e trasformate in sostanza vivente (protoplasma) o materiali di deposito (glicogeno, lipidi ecc.); i processi anabolici richiedono un **notevole apporto di energia** per la sintesi di queste molecole; la **sintesi**

proteica è il più importante di questi processi;

– **processi demolitivi** o **catabolici** (catabolismo), nei quali si ha la riduzione di sostanze chimiche complesse (strutture cellulari, materiali di deposito) in composti più semplici; a queste reazioni si accompagna la produzione (liberazione) di energia, in parte dispersa sotto forma di calore e in parte immagazzinata, sotto forma di energia chimica, in composti come l'**ATP**, utilizzabili poi per lo svolgimento delle reazioni anaboliche o per altre attività cellulari; tra questi hanno particolare importanza le **reazioni ossidative**, da cui la cellula ricava **energia**.

Le cellule staminali: una speranza per il futuro

Le cellule staminali sono cellule in grado di riprodursi velocemente e differenziarsi dando origine a cellule di tessuti e organi diversi. Derivate dagli embrioni (**cellule staminali embrionali**), ma presenti anche nei tessuti degli adulti (in particolare nel midollo osseo, nei tubuli seminiferi e nei villi intestinali), queste cellule vengono ampiamente utilizzate per la terapia di numerose patologie, consentendo il trapianto di midollo osseo (nella cura di leucemie e altre malattie del sangue), i trapianti di pelle artificiale (per le grandi ustioni), il trapianto di cornea. Ma è soprattutto la ricerca sulle staminali embrionali che presenta prospettive terapeutiche enormi, perché queste cellule possono differenziarsi praticamente in qualsiasi tipo cellulare e potrebbero consentire la produzione di nuove cellule e nuovi tessuti in grado di sostituire cellule danneggiate o non funzionanti.

Si aprirebbero così nuovi orizzonti nella terapia di malattie degenerative del sistema nervoso (come il morbo di Parkinson, il morbo di Alzheimer, le paralisi da traumi del midollo spinale), l'infarto miocardico, il diabete, i tumori e molte altre ancora. Il problema più complesso sembra quello di reperire quantità sufficienti di cellule staminali: quelle embrionali, che sono in grado di riprodursi e differenziarsi più efficacemente, possono essere recuperate dal cordone ombelicale o direttamente dall'embrione, ma l'utilizzo di queste cellule crea seri problemi bioetici: è eticamente corretto utilizzare degli embrioni umani, sia pure per curare delle malattie?

Per saperne di più consulta i seguenti link a siti internet:

http://www.bionetonline.org/Italiano/Content/sc_cont1.htm

http://it.wikipedia.org/wiki/Cellula_staminale

http://www.torinoscienza.it/dossier/apri?obj_id=7541 (con un gioco interattivo).

Catene metaboliche

In una reazione chimica da una o più sostanze, dette **substrati** (o reagenti), si ottiene la formazione di altre sostanze, i **prodotti della reazione** (più semplici dei substrati nelle reazioni cataboliche, più complessi in quelle anaboliche). I processi che portano alla sintesi di strutture complesse o alla loro demolizione non avvengono mediante una singola reazione chimica, ma attraverso molte reazioni concatenate (costituenti, nell'insieme, delle **catene metaboliche**), in cui il prodotto di una reazione è contemporaneamente il substrato della successiva.

