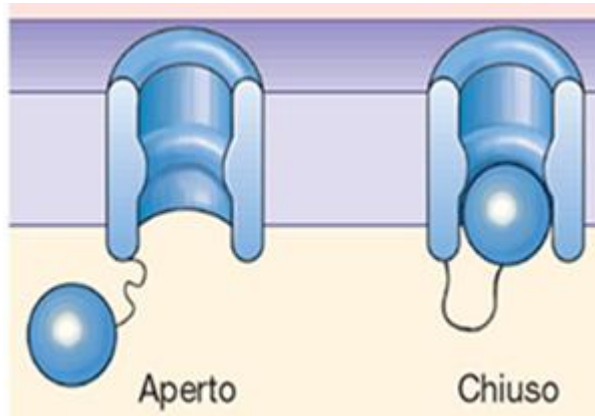
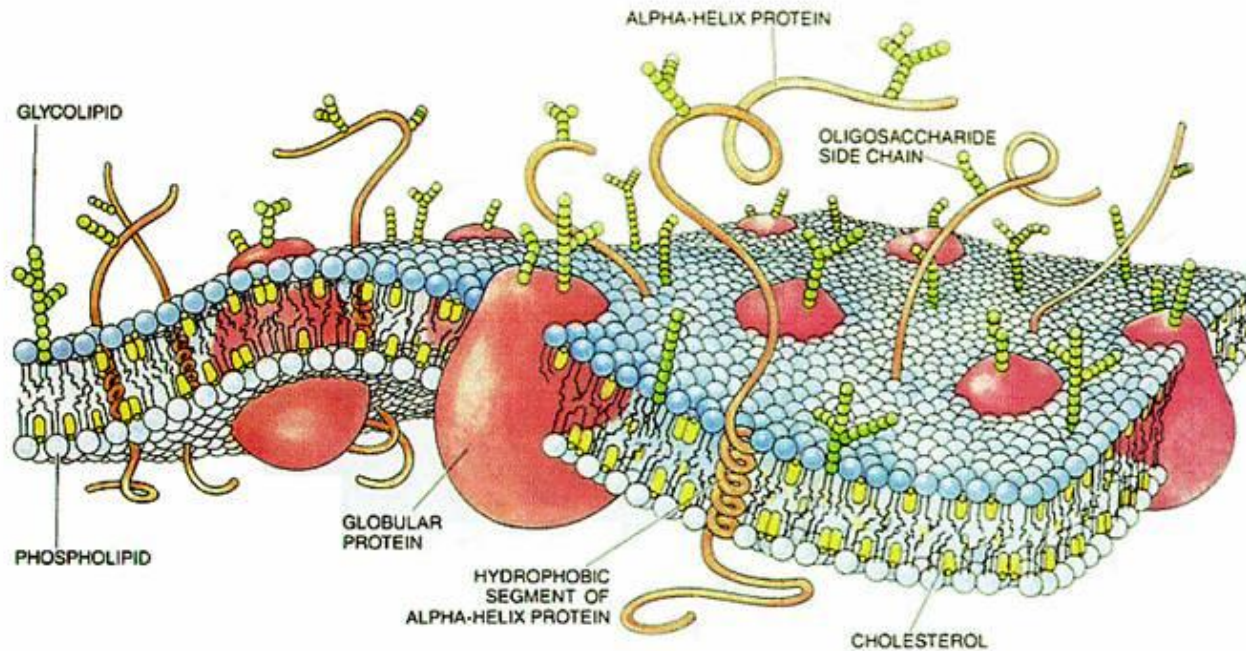


2. Trasporto di membrana



Segnali elettrici nei neuroni:

- I neuroni sono **cellule eccitabili** (= in risposta ad uno stimolo, generano e propagano segnali elettrici)



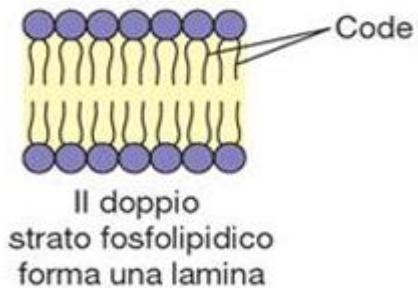
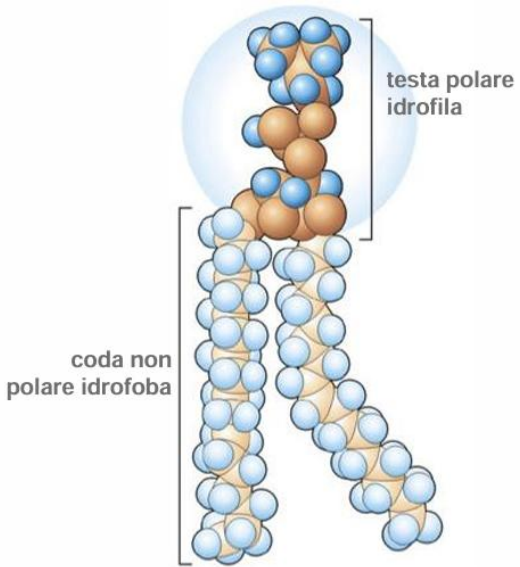
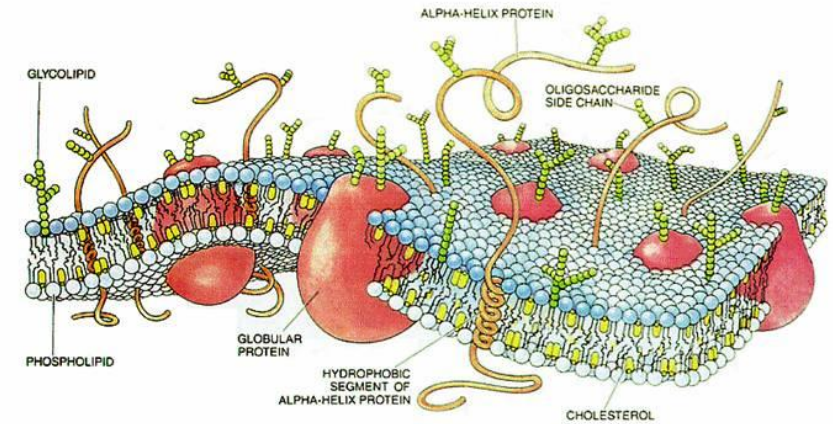
La membrana plasmatica

E' importante

1. Per proteggere la cellula dall'ambiente esterno
2. Per la sua capacità di permettere il trasporto di:
 - a. nutrienti
 - b. prodotti del metabolismo cellulare
 - c. messaggeri molecolari

La membrana plasmatica

E' costituita per la maggior parte da fosfolipidi e proteine (doppio strato lipidico, dove sono immerse le proteine)

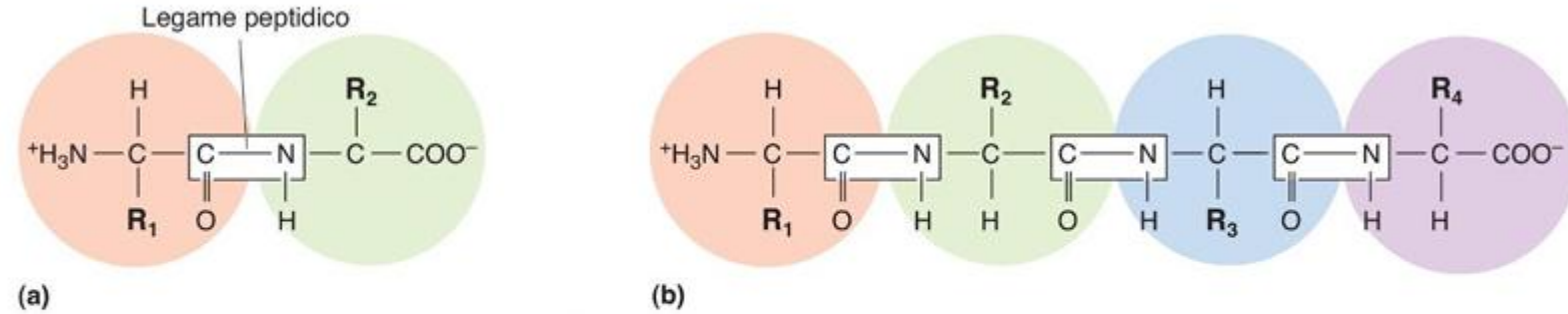


La struttura a doppio strato della membrana è una conseguenza della natura anfipatica dei **FOSFOLIPIDI** che la compongono (50% della massa totale).

Aminoacidi con gruppi R fortemente idrofobi:							
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$			
Valina (Val o V)	Leucina (Leu o L)	Isoleucina (Ile o I)	Fenilalanina (Phe o F)	Metionina (Met o M)			
Aminoacidi con gruppi R fortemente idrofili:							
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{C}=\text{NH}_3^+ \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{NH}^+ \\ \\ \text{C}=\text{NH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	
Acido aspartico (Asp o D)	Acido glutammico (Glu o E)	Asparagina (Asn o N)	Glutammina (Gln o Q)	Lisina (Lys o K)	Arginina (Arg o R)	Istidina (His o H)	
Altri aminoacidi							
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{CH} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$
Glicina (Gly o G)	Alanina (Ala o A)	Cisteina (Cys o C)	Serina (Ser o S)	Treonina (Thr o T)	Tirosina (Tyr o Y)	Prolina (Pro o P)	Triptofano (Trp o W)

Le **PROTEINE** sono formate da catene di aminoacidi

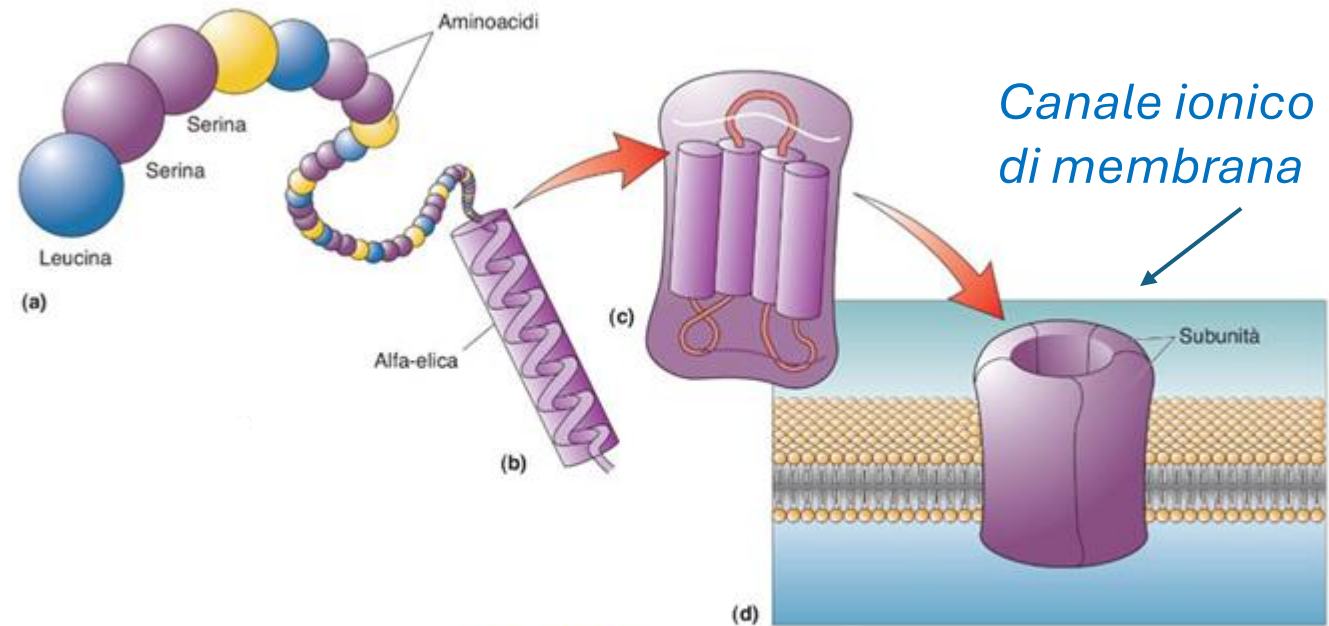
La membrana plasmatica



▲ FIGURA 3.5

Il legame peptidico e un polipeptide. (a) I legami peptidici legano insieme gli amminoacidi. Il legame si forma tra il gruppo carbossilico di un amminoacido e il gruppo amminico dell'amminoacido successivo. (b) Un polipeptide è una singola catena di amminoacidi.

Nelle **PROTEINE** gli amminoacidi si legano gli uni agli altri attraverso legami peptidici, a formare lunghe catene. Queste catene si possono ripiegare, a formare strutture tridimensionali. Diversi polipeptidi (subunità) possono assemblarsi a formare proteine complesse.

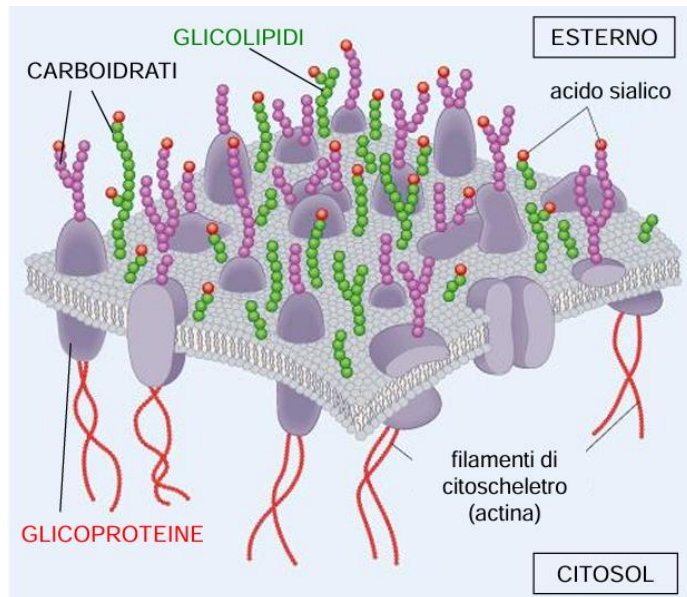
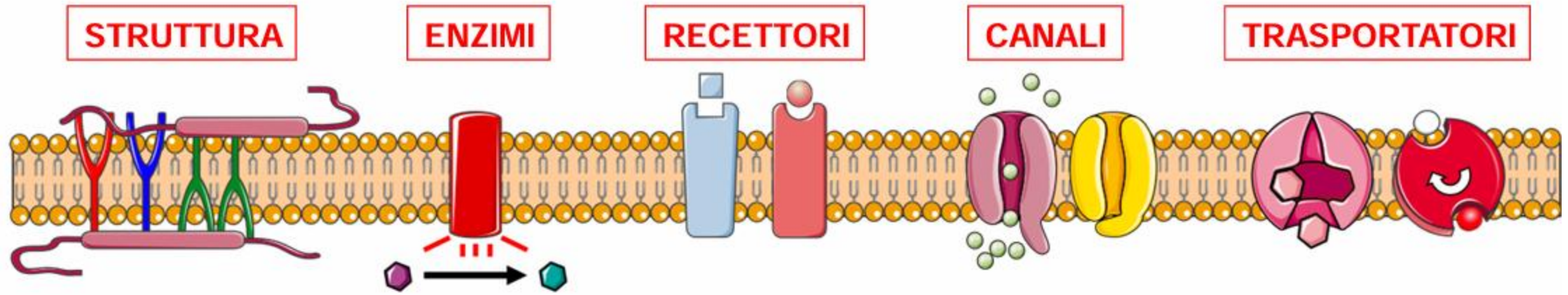


▲ FIGURA 3.6

La struttura delle proteine. (a) Struttura primaria: la sequenza di amminoacidi del polipeptide. (b) Struttura secondaria: il polipeptide si avvolge a formare un'alfa-elica. (c) Struttura terziaria: ripiegamento tridimensionale del polipeptide. (d) Struttura quaternaria: polipeptidi differenti legati tra loro a formare una proteina di dimensioni maggiori.

La membrana plasmatica

Le caratteristiche funzionali della membrana sono determinate dalle proteine di membrana.



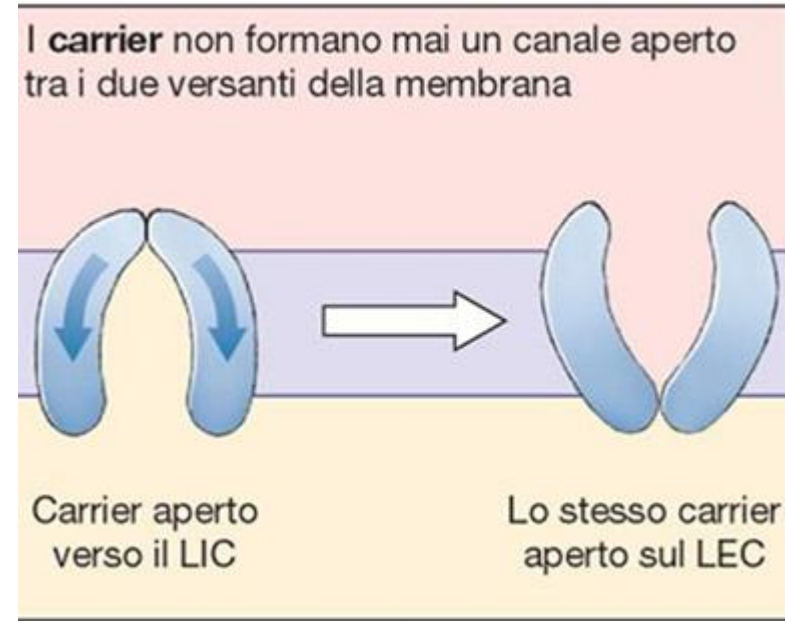
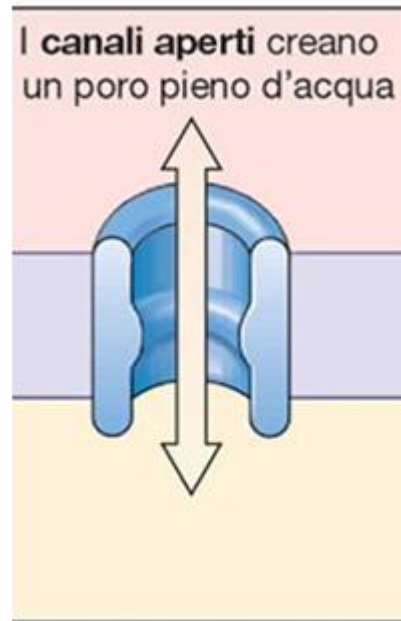
Alcune PROTEINE sul loro lato extracellulare possono essere modificate con carboidrati

(GLICOPROTEINE)

Tali molecole hanno funzione protettiva (GLICOCALICE) e di interazione con altre cellule e componenti della matrice extracellulare

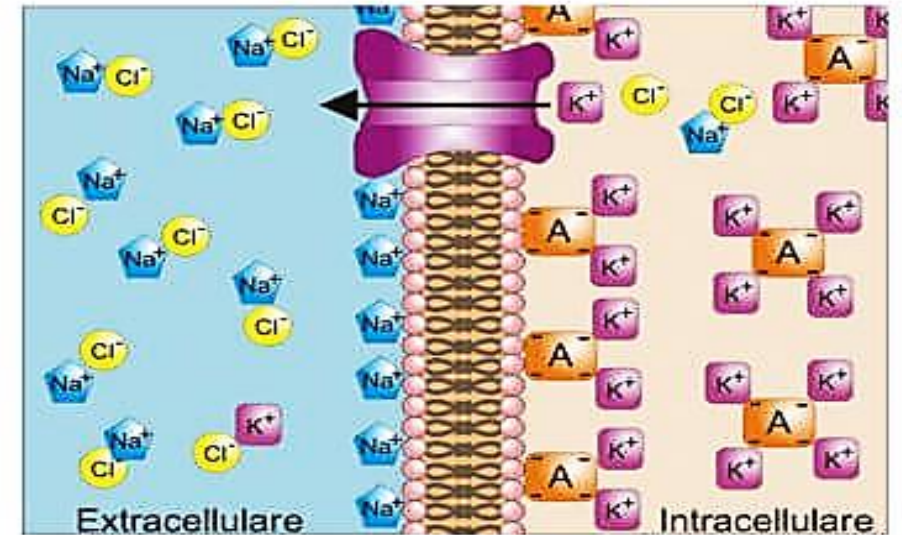
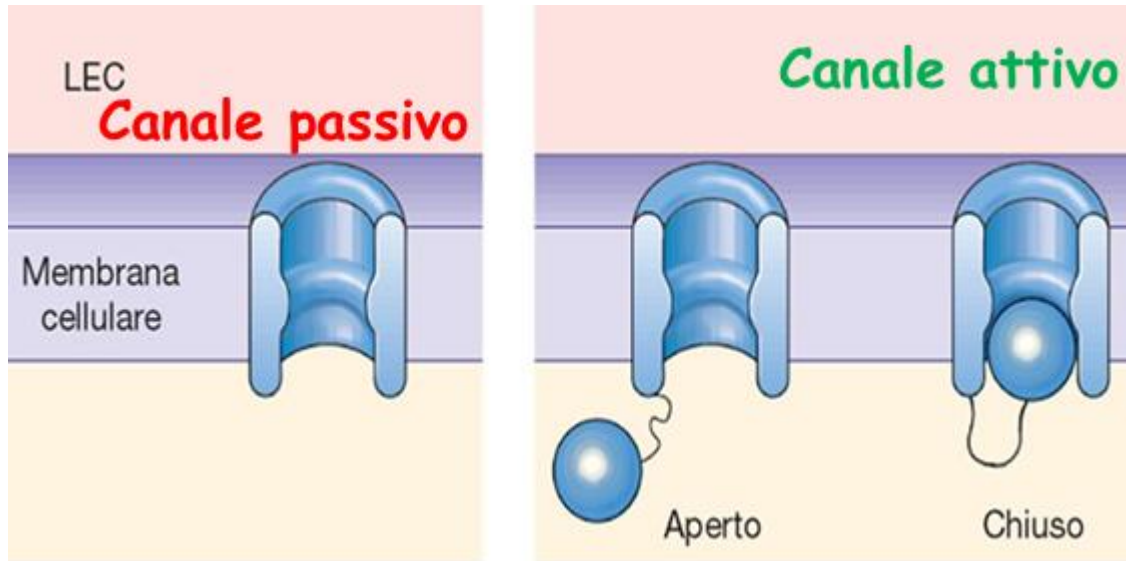
Il passaggio di molecole attraverso la membrana

- ✓ La membrana cellulare risulterebbe completamente impermeabile agli ioni/molecole in assenza di proteine (ad eccezione di sostanze liposolubili come alcol, vitamine (A, D, K), ormoni steroidei, gas: O_2 , CO_2 , alcuni anestetici...)
- ✓ Sono presenti proteine ovvero **Canali** e **Trasportatori**, che permettono lo scambio di molecole tra l'ambiente extracellulare e quello intracellulare e viceversa
- ✓ Sia canali che trasportatori sono selettivi per le molecole che attraversano la membrana



Le proteine canale

- ✓ Alcuni canali sono sempre aperti (**passivi**), altri, definiti **attivi**, si aprono in risposta a opportuno stimolo (elettrico, chimico, meccanico)
- ✓ Entrambi i tipi di canale **non richiedono energia** per il passaggio di H_2O , ioni e molecole perché lo fanno solo **a favore di gradiente di concentrazione**

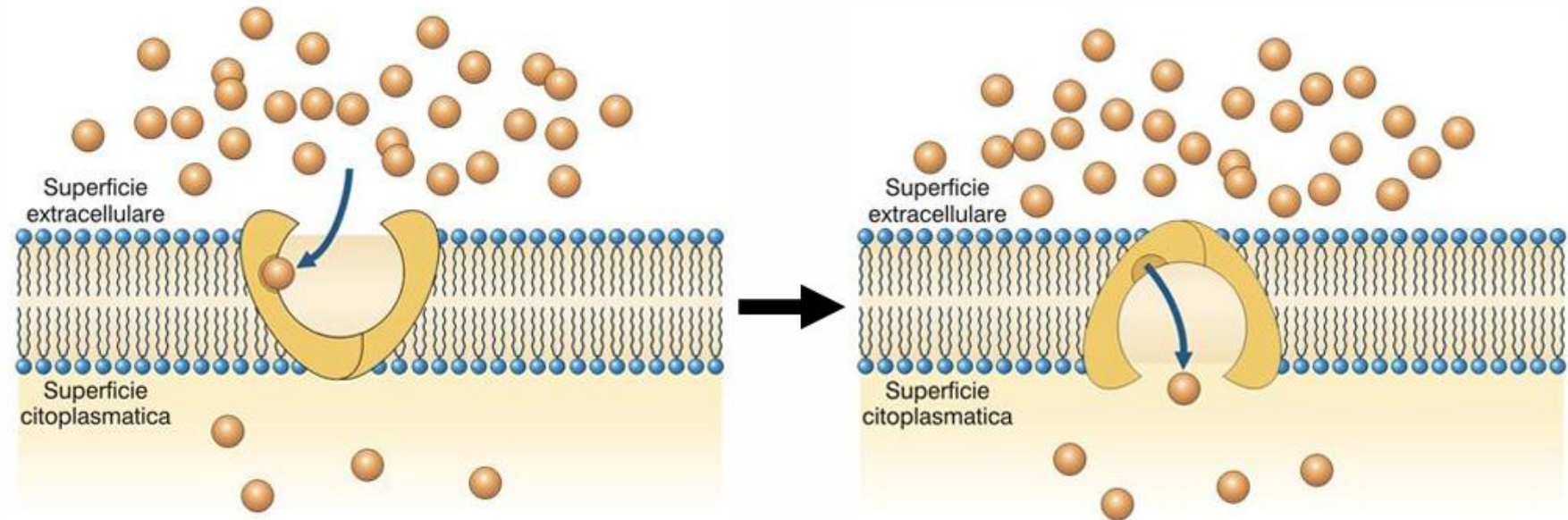


Gradiente di concentrazione degli ioni



Le proteine trasportatrici (carriers)

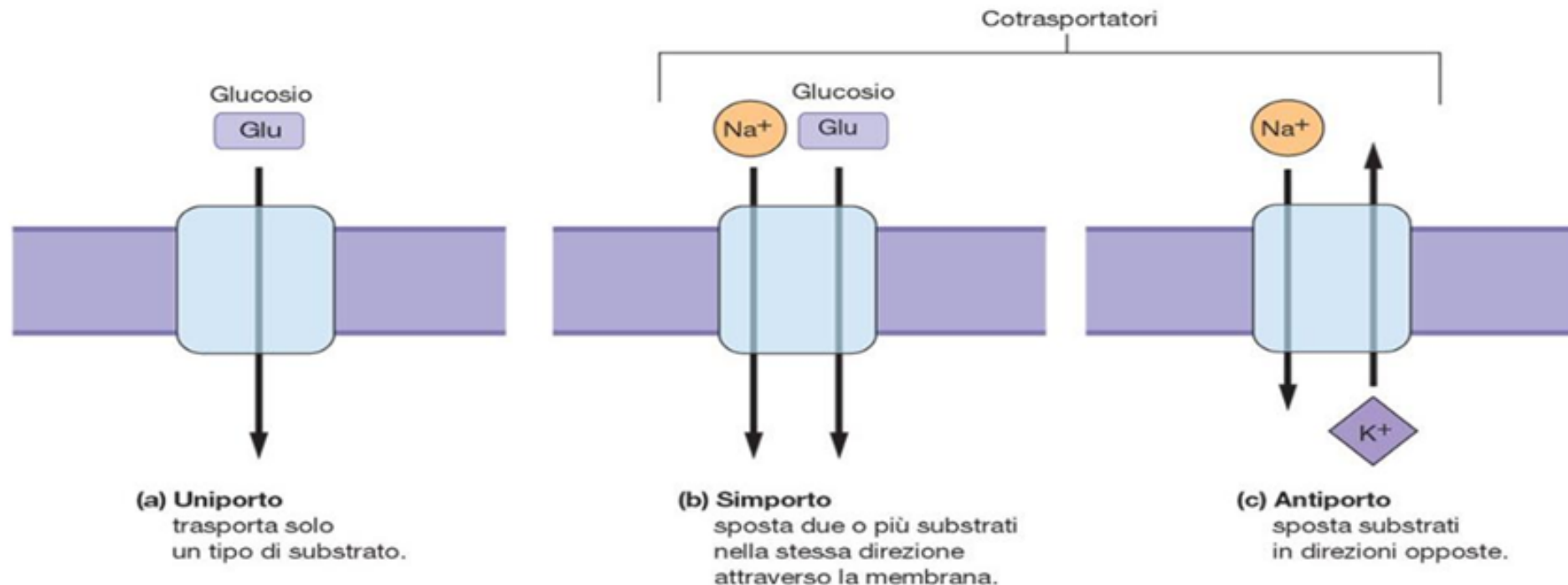
- ✓ A differenza delle proteine canale, i trasportatori legano gli ioni/molecole da trasportare, e durante il trasporto di questi subiscono una serie di cambiamenti conformazionali funzionali all'attraversamento della membrana.
- ✓ Possono lavorare **consumando energia** muovendo molecole **contro gradiente**, oppure **senza consumo di energia a favore di gradiente**.



Trasporto a favore di gradiente

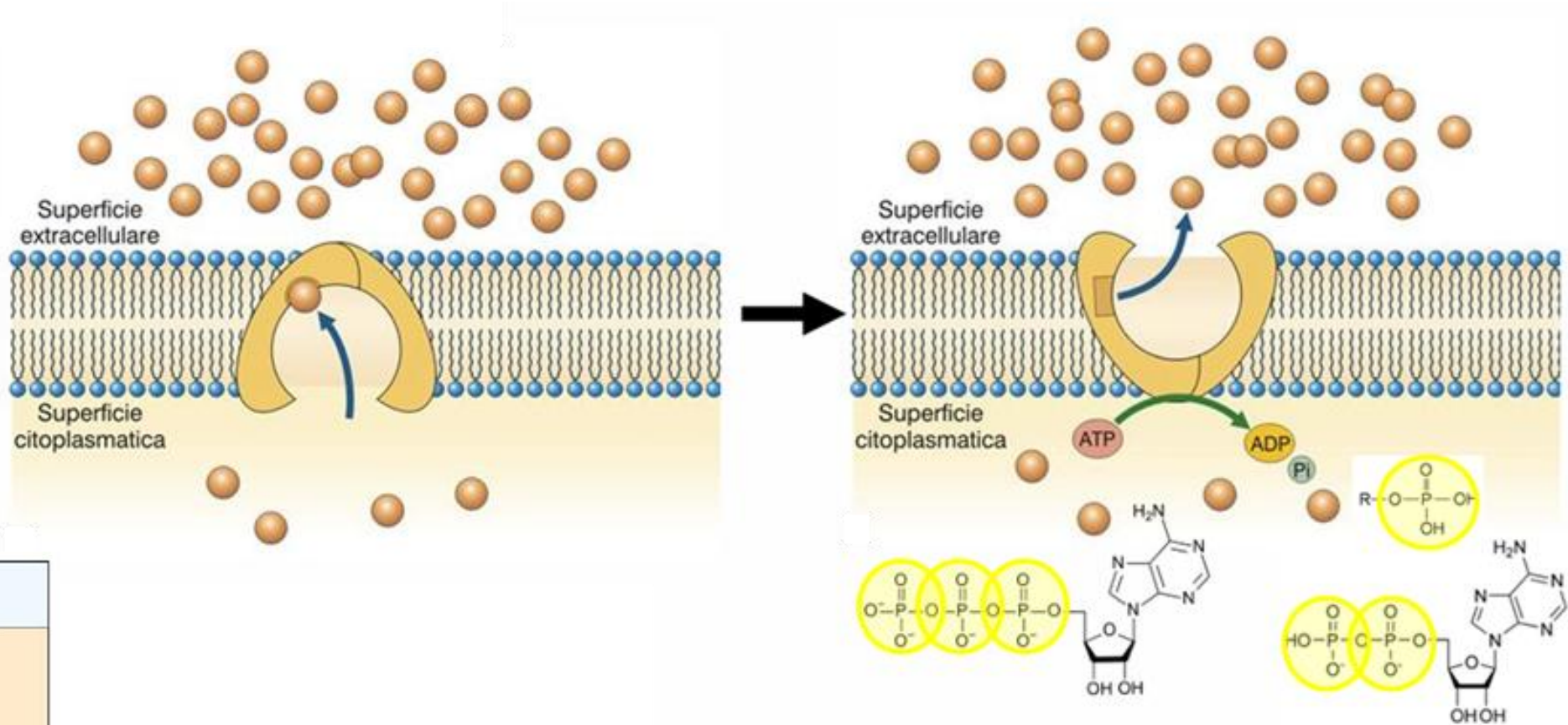
Le proteine trasportatrici (carriers)

- ✓ Alcuni trasportatori (carriers) trasportano una sola molecola: **UNIPORTO**
- ✓ Altre più molecole: **COTRASPORTO** nella stessa direzione: **SIMPORITO** o in direzione opposta: **ANTIORTO**



Trasporto attivo primario

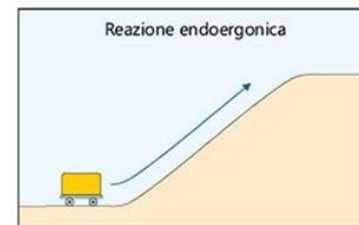
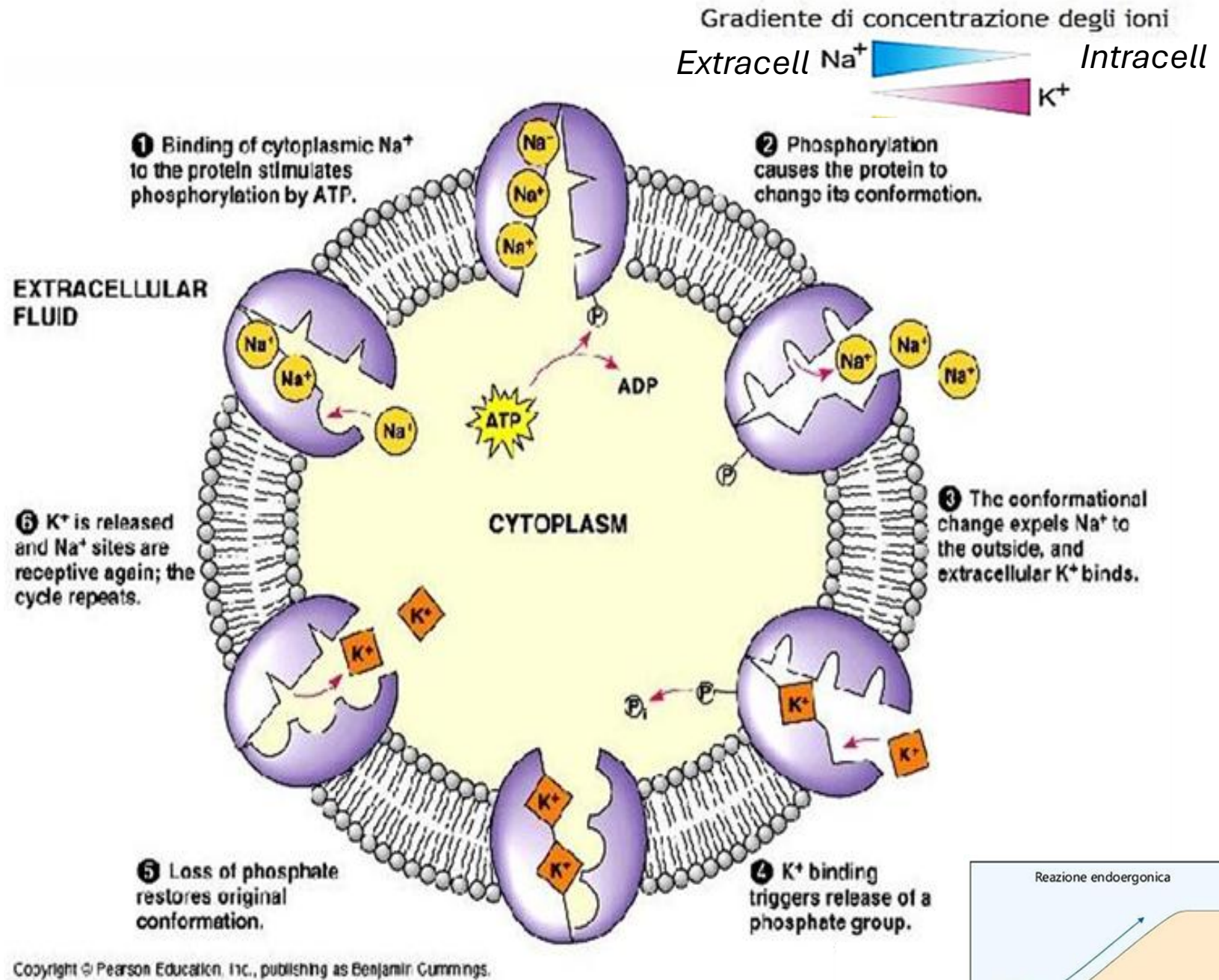
- ✓ Il trasportatore deve muovere gli ioni/molecole contro gradiente di concentrazione. L'energia necessaria ad operare questo trasporto è fornita dall'**idrolisi dell'ATP** (composto ad alta energia, prodotto dai mitocondri, è la 'moneta energetica' della cellula)



Trasporto contro gradiente

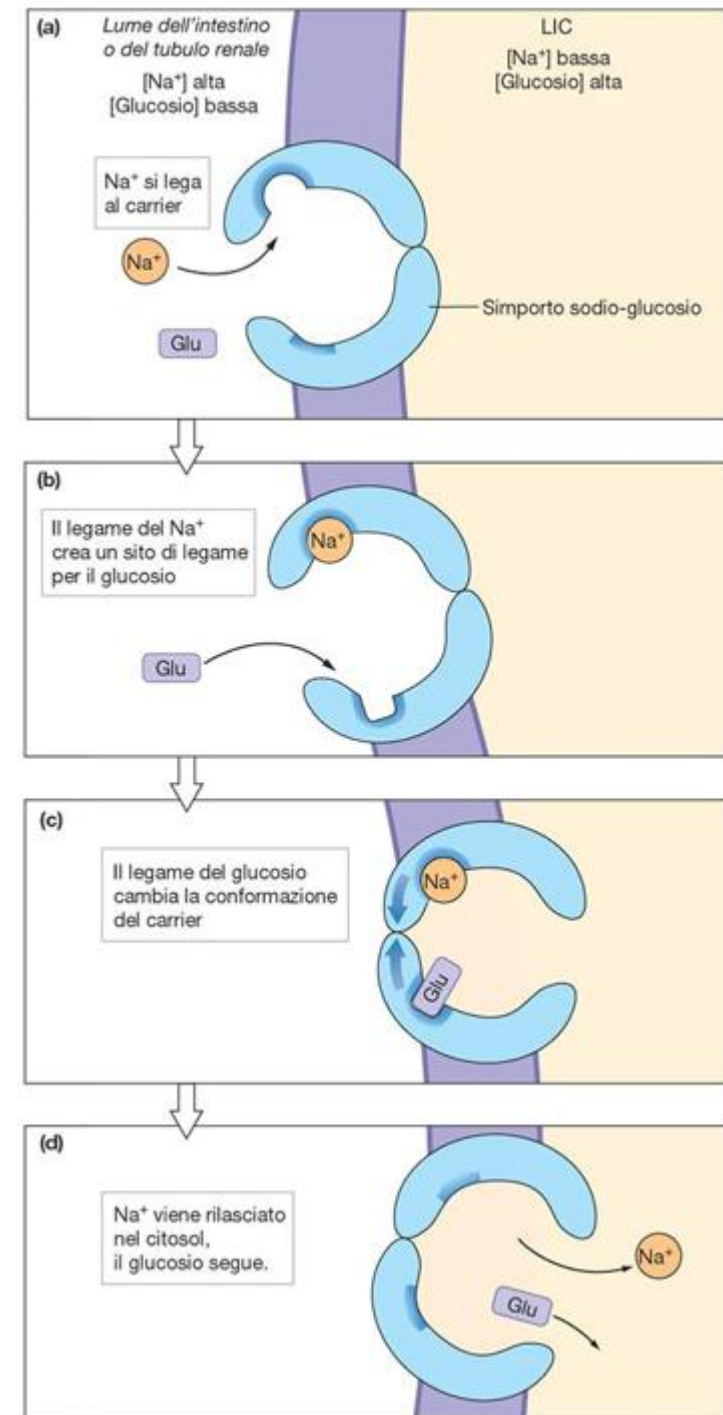
Trasporto attivo primario

- ✓ Il più diffuso trasportatore appartenente a questa categoria è la **pompa Na⁺/K⁺ ATPasi**
- ✓ È ubiquitariamente espresso in tutte le cellule del corpo, ma ha una funzione particolarmente rilevante nei neuroni, dove ristabilisce le concentrazioni ioniche dopo la generazione di segnali elettrici



Trasporto attivo secondario

- ✓ Accoppia l'energia di una molecola/ione che si muove a favore del proprio gradiente di concentrazione al trasporto di un'altra molecola/ione che si muove contro il proprio gradiente di concentrazione.
- ✓ Esistono diversi TRASPORTATORI attivi secondari. La maggior parte sono SODIO DIPENDENTI.
- ✓ Il cotrasporto attivo secondario può essere sia di tipo simporto che antiporto



TRASPORTO

PASSIVO

Movimento passivo guidato solo dalla differenza di concentrazione (e/o differenza di potenziale elettrico).

ATTIVO

Movimento contro gradiente di concentrazione (e/o di potenziale elettrico) accoppiato ad altre reazioni biochimiche o co-trasporto di altre molecole.

DIFFUSIONE SEMPLICE

Nessun aiuto

La molecola passa attraverso la membrana perché lipofila (ormoni, vitamine, gas)

DIFFUSIONE FACILITATA

La molecola passa attraverso proteine di membrana come canali ionici carriers /trasportatori es. ioni, glucosio.

TRASPORTO ATTIVO PRIMARIO

Richiesto direttamente consumo di ATP.

TRASPORTO ATTIVO SECONDARIO

Energia fornita da co-trasporto secondo gradiente